



**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**MODEL PERENCANAAN DISTRIBUSI BAHAN BAKAR  
AVTUR: STUDI KASUS PULAU BALI**

**MISBAHUL AZIZ**

**NRP 04411340000005**

**Dr. Eng. I G. N. SUMANTA BUANA, S.T., M.Eng.**

**FERDHI ZULKARNAEN, S.T., M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



---

**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**MODEL PERENCANAAN DISTRIBUSI BAHAN BAKAR  
AVTUR: STUDI KASUS PULAU BALI**

**MISBAHUL AZIZ**

**NRP 04411340000005**

**Dr. Eng. I G. N. SUMANTA BUANA, S.T., M.Eng.**

**FERDHI ZULKARNAEN, S.T., M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



**FINAL PROJECT - MS 141501**

**PLANNING MODEL OF AVTUR FUEL DISTRIBUTION:  
A CASE STUDY OF BALI ISLAND**

**MISBAHUL AZIZ**

**NRP 04411340000005**

**Dr. Eng. I G. N. SUMANTA BUANA, S.T., M.Eng.**

**FERDHI ZULKARNAEN, S.T., M.Sc.**

**DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORT ENGINEERING**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



# LEMBAR PENGESAHAN

## MODEL PERENCANAAN DISTRIBUSI BAHAN BAKAR AVTUR: STUDI KASUS PULAU BALI

### TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MISBAHUL AZIZ**  
**NRP. 04411340000005**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.**

**NIP. 19680804 199402 1 001**

**Dosen Pembimbing II**



**Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.**

**NIP.**

SURABAYA, JANUARI 2018

## LEMBAR REVISI

# MODEL PERENCANAAN DISTRIBUSI BAHAN BAKAR AVTUR: STUDI KASUS PULAU BALI

### TUGAS AKHIR


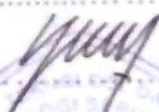

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 21 Januari 2018

Program S1 Departemen Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


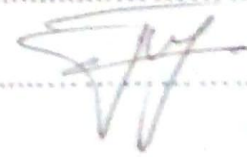
Oleh:

**MISBAHUL AZIZ**  
NRP. 04411340000005

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D. .... 
2. Christino Boyke, S.T., M.T. .... 
3. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T. .... 

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng. .... 
2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc. .... 

SURABAYA, JANUARI 2018



# **MODEL PERENCANAAN DISTRIBUSI BAHAN BAKAR AVTUR: STUDI KASUS PULAU BALI**

Nama Mahasiswa : Misbahul Aziz  
NRP : 04411340000005  
Departemen / Fakultas : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.  
Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

## **ABSTRAK**

Pertumbuhan sektor pariwisata di Pulau Bali meningkatkan permintaan terhadap transportasi udara, yaitu pesawat sebagai sarana utama untuk penumpang dari dan ke Pulau Bali melalui Bandara Ngurah Rai. Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Ngurah Rai sebagai penyalur avtur untuk keperluan penerbangan pesawat di Bandara Ngurah Rai harus memenuhi permintaan yang fluktuatif. Untuk mengantisipasi lonjakan frekuensi penerbangan yang tidak menentu maka perlu adanya perencanaan distribusi dan persediaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kapasitas armada dengan rute operasional yang tepat guna menunjang tercapainya distribusi dan persediaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai pada tahun 2018. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *Time Series* dan Kombinasi. Dari model *Time Series* didapatkan total permintaan bahan bakar avtur sebesar 622.047 ton. Metode kombinasi digunakan untuk mendapatkan gabungan alternatif ukuran kapal yang dapat memenuhi semua permintaan avtur dengan biaya paling minimum. Dari kedua metode tersebut didapatkan pola distribusi untuk memenuhi bahan bakar avtur DPPU Ngurah Rai. Untuk pemenuhan permintaan hanya dari satu kilang Cilacap menggunakan 2 unit kapal tangki dengan Ukuran 7544 DWT. Ketika pemenuhan permintaan dari 2 kilang yaitu Cilacap dan Balikpapan dengan proporsi pemenuhan permintaan sebesar 50% dari kilang Cilacap dan 50% dari kilang Balikpapan didapatkan 2 unit kapal tangki dengan ukuran yang sama dengan pola operasi satu unit kapal dari Cilacap ke DPPU Ngurah Rai dan satu kapal lagi dari kilang Balikpapan ke DPPU Ngurah Rai. Operasional kapal dengan ukuran DWT 7544 ton membutuhkan waktu 7 hari untuk melakukan distribusi bahan bakar avtur dari kilang Cilacap atau Balikpapan ke DPPU Ngurah Rai. Sehingga untuk menunjang tercapainya distribusi dan persediaan bahan bakar avtur dilakukan penjadwalan operasional kapal dengan memperhatikan kapasitas tangki dan persediaan pengaman di DPPU Ngurah Rai. Adapun kapasitas tangki adalah 15.840 ton dan persediaan pengaman sebesar 2000 ton atau setara dengan 1 hari rata-rata konsumsi harian selama tahun 2018.

**Kata Kunci : Avtur, Kombinasi, DPPU, Kapal Tangki**

# **PLANNING MODEL OF AVTUR FUEL DISTRIBUTION: A CASE STUDY OF BALI ISLAND**

Nama Mahasiswa : Misbahul Aziz

NRP : 04411340000005

Departemen / Fakultas : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing : Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.  
Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

## **ABSTRACT**

The growth of tourism sector in Bali increases demand for air transportation sector, namely the plane as the main transportation for passengers to and from Bali Island through Ngurah Rai Airport. DPPU Ngurah Rai as an avtur supplier for aircraft flight at Ngurah Rai Airport must meet the fluctuating demand. To anticipate the uncertain flight frequency spike, it is necessary to plan the distribution and supply of avtur fuel in DPPU Ngurah Rai. The purpose of this research is to get the fleet capacity with the right operational route to support the achievement of avtur fuel distribution and supply at DPPU Ngurah Rai in 2018. The method used in this research is Time Series and Combination model. From the Time Series model, The demand for avtur fuel reached 622,047 tons. Combination methods are used to obtain a combination of ship size alternatives that can meet all aviation demand with the minimum cost. From both methods, the distribution pattern to meet avtur fuel DPPU Ngurah Rai can be obtained. To fulfill the demand which is only from one Cilacap refinery, this research using 2 units of tankers with 7544 DWT. When fulfillment of demand from 2 refineries namely Cilacap and Balikpapan with the proportion of demand is 50% from Cilacap refinery and 50% from Balikpapan refinery obtained 2 unit tanker with the same size with operation pattern one unit ship from Cilacap to DPPU Ngurah Rai and one ship again from the Balikpapan refinery to DPPU Ngurah Rai. The operation of tanker 7544 DWT, it takes 7 days to distribute aviation fuel from Cilacap or Balikpapan refinery to DPPU Ngurah Rai. To support the achievement of distribution and supply of aviation fuel, this research is scheduling ship operation with attention to tank capacity and safety stock in DPPU Ngurah Rai. The tank capacity is 15,840 tons and the safety stock is 2000 tons or equivalent to 1-day average daily consumption during the year of 2018

**Keywords:** Avtur, Combination, DPPU, Tanker



## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan Tugas Akhir penulis yang berjudul **“Model Perencanaan Distribusi Bahan Bakar Avtur: Studi Kasus Pulau Bali”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua, yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan terimah kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta (Bapak dan Ibu), terimakasih atas dukungan dan do'a yang selalu mengalir tiada henti.
2. Bapak Dr.-Ing. Setyo Nugroho selaku Dosen Wali yang telah memberi motivasi selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Teknik Transportasi Laut
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Transportasi Laut selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Teknik Transportasi Laut.
4. Kepada jajaran dosen dan karyawan yang memberikan bimbingan, ilmu dan arahan selama penulis menempuh pendidikan di Departemen Teknik Transportasi Laut.
5. Seluruh teman-teman seperjuangan di Jurusan Transportasi Laut, ECTASEA, SEATRANS 2013 atas dukungan dan doanya
6. Semua pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu yang telah banyak membantu selama proses pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Januari 2018

Misbahul Aziz

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR REVISI.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1
1.1   Latar Belakang .....	1
1.2   Rumusan Masalah .....	2
1.3   Tujuan.....	3
1.4   Batasan Masalah.....	3
1.5   Manfaat.....	3
1.6   Hipotesis Awal .....	3
1.7   Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	3
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1   Analisa Serial Waktu ( <i>Time Series</i> ) .....	5
2.2   Analisis Musiman.....	7
2.3   Aktivitas Transportasi Laut.....	8
2.3.1   Lokasi dan Jaringan.....	8
2.3.2   Kedalaman Alur di Kawasan Kolam Pelabuhan .....	8
2.3.3   Biaya Transportasi Laut .....	9
2.4   Angkutan Laut Curah Cair .....	12

2.4.1	<i>Oil Tanker</i> .....	12
2.4.2	<i>Chemical Tanker</i> .....	13
2.4.3	<i>Liquified Natural Gas (LNG) Tanker</i> .....	13
2.5	Penyewaan Kapal .....	13
2.6	Kombinasi .....	14
2.7	Avtur ( <i>Aviation Turbine</i> ).....	15
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN .....	19
3.1	Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir .....	19
3.2	DiagramAlir Penelitian .....	20
3.3	Pengumpulan Data .....	21
BAB 4	GAMBARAN UMUM .....	23
4.1	Sekilas Pulau Bali.....	23
4.1.1	Secara Umum .....	23
4.1.2	Geografi.....	24
4.1.3	Demografi.....	24
4.1.4	Transportasi.....	24
4.1.5	Kebudayaan dan Pariwisata .....	25
4.2	DPPU Ngurah Rai .....	26
4.3	Kondisi Penerbangan di Bandara Ngurah Rai.....	27
4.3.1	Frekuensi Penerbangan .....	28
4.3.2	Keberangkatan Angkutan Udara .....	28
4.4	Kondisi Suplai Avtur ke DPPU Ngurah Rai .....	30
4.5	Kilang Pertamina.....	31
BAB 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	33
5.1	Analisis Permintaan Bahan Bakar Avtur .....	33
5.2	Analisis Biaya Transportasi Laut .....	35
5.2.1	Jarak Tempuh Pelayaran .....	35

Sumber: <i>Google Maps (diolah kembali)</i> .....	36
5.2.2 Alternatif Ukuran Kapal.....	36
5.2.3 Biaya Sewa Kapal .....	37
5.2.4 Biaya Bahan Bakar.....	38
5.2.5 Biaya dan Operasional Pelabuhan.....	39
5.3 Hubungan Waktu Total dan Frekuensi Layanan.....	41
5.4 Hubungan Kapasitas Angkut dan Tingkat Kebutuhan Kapal .....	42
5.5 Hubungan Biaya Total dan Kapasitas angkut .....	43
5.6 Analisis Kombinasi .....	43
5.7 Hasil Kombinasi Alternatif ukuran Kapal.....	44
5.8 Analisis Penjadwalan .....	45
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....	49
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran.....	50
6.2.1 Penelitian ke depan.....	50
6.2.2 Industri DPPU Ngurah Rai.....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1- 1 Kebutuhan Bahan Bakar Avtur terhadap Frekuensi Penerbangan .....	1
Gambar 1- 2 Fluktuasi Penerbangan Bandara Internasional Ngurah Rai .....	2
Gambar 2- 1 Pola Tren.....	5
Gambar 2- 2 Pola Siklus .....	6
Gambar 2- 3 Pola Musiman .....	7
Gambar 2- 4 Komponen Biaya Transportasi Laut.....	12
Gambar 2- 5 Tanggungan Biaya Pada Proses sewa kapal .....	14
Gambar 3- 1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 4- 1 Peta Wilayah Pulau Bali .....	23
Gambar 4- 2 Wisata Pulau Bali (Tanah Lot) .....	26
Gambar 4- 4 Lokasi Dermaga Bongkar Benoa PT Pertamina.....	27
Gambar 4- 5 Sebaran Lima Negara Utama Tujuan Penerbangan Internasional dari Bandara Ngurah Rai.....	29
Gambar 4- 6 Sebaran Lima Daerah Utama Tujuan Penerbangan Domestik dari Bandara Ngurah Rai.....	29
Gambar 4- 7 Lokasi Penyebaran Kilang PT Pertamina.....	31
Gambar 5- 1 Fluktuasi Penerbangan di Bandara Ngurah Rai.....	33
Gambar 5- 2 Estimasi Harga Sewa Kapal.....	37
Gambar 5- 3 Regresi DWT Kapal dengan Harga Sewa kapal .....	38
Gambar 5- 4 Hubungan Waktu Total dan Frekuensi Layanan Kapal.....	42
Gambar 5- 5 Hubungan Kapasitas Angkut dan Tingkat Kebutuhan Kapal .....	42
Gambar 5- 6 Hubungan Kapasitas Angkut dan Biaya Total.....	43

## DAFTAR TABEL

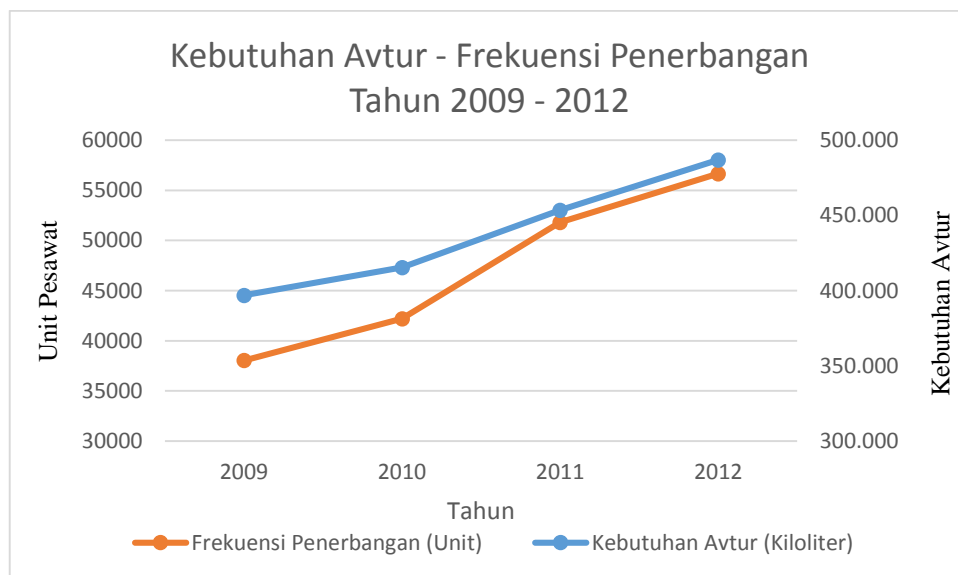
Tabel 2- 1 Jenis Kapal Tanker Berdasarkan Ukuran .....	13
<i>Tabel 2- 2 Karakteristik Bahan Bakar Pesawat Terbang Menurut ASTM 1655 .....</i>	<i>16</i>
Tabel 4- 1 Rata-rata Laju Aliran .....	27
Tabel 4- 2 Keberangkatan Pesawat Terbang di Bandara Internasional Ngurah Rai....	28
Tabel 4- 3 Suplai Avtur ke DPPU Ngurah Rai Tahun 2009 – 2012.....	30
Tabel 4- 4 Produksi Avtur.....	32
Tabel 5- 1 Hasil Peramalan Frekuensi Penerbangan Tahun 2018 .....	34
<i>Tabel 5- 2 Peramalan Permintaan Bahan Bakar Avtur untuk Penerbangan di Bandara Ngurah Rai Tahun 2018.....</i>	<i>35</i>
Tabel 5- 3 Data Jarak antar Klianng ke DPPU Ngurah Rai.....	36
Tabel 5- 4 Alternatif Pilihan Ukuran Kapal.....	36
Tabel 5- 5 Rata-rata Harga Sewa Kapal .....	38
Tabel 5- 6 Harga Solar .....	39
Tabel 5- 7 Tarif Layanan Jasa Kapal di Pelabuhan .....	40
Tabel 5- 8 Tarif Muatan Curah Cair .....	41
Tabel 5- 9 Pola Rute Distribusi Bahan Bakar Avtur DPPU Ngurah Rai.....	44
Tabel 5- 10 Hasil Kombinasi Ukuran Kapal dari Semua Skenario .....	45
Tabel 5- 11 Penjadwalan Operasi Kapal Bulan Januari 2018.....	47
Tabel 5- 11 Penjadwalan Operasi Kapal Bulan Februari 2018.....	48

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Bali merupakan tujuan wisatawan utama di Indonesia dengan kedatangan wisatawan mancanegara yang mencapai 15% per tahun (Beritabali.com). Pertumbuhan sektor pariwisata tersebut juga meningkatkan sektor transportasi udara, yaitu pesawat sebagai sarana utama untuk penumpang dari dan ke Pulau Bali.

Bandar Udara Internasional Ngurah Rai merupakan bandara utama Pulau Bali dan merupakan bandara tersibuk ketiga di Indonesia (Wikipedia, 2017). Frekuensi penerbangan di bandara Ngurah Rai mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan tersebut dibuktikan dengan meningkatnya jumlah pesawat udara oleh perusahaan angkutan udara dan meningkatnya jumlah penumpang angkutan udara beberapa tahun terakhir. Adanya peningkatan tersebut mengakibatkan meningkatnya kebutuhan bahan bakar avtur untuk penerbangan pesawat udara di bandara Ngurah Rai (Nugraha, 2014).



Gambar 1- 1 Kebutuhan Bahan Bakar Avtur terhadap Frekuensi Penerbangan

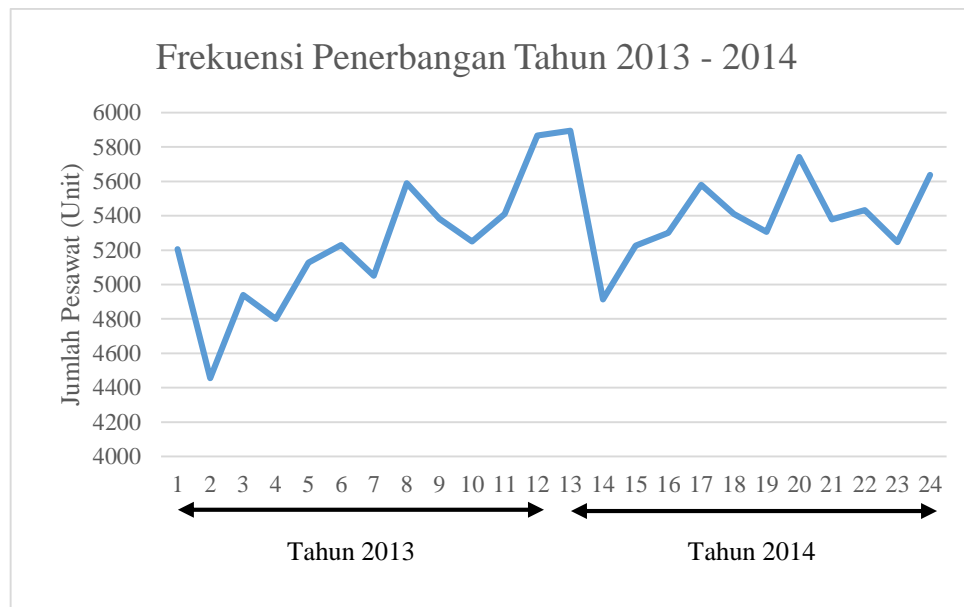
Sumber : BPS Provinsi Bali dan PT Pertamina

Penyaluran Avtur sebagai bahan bakar minyak penerbangan untuk keperluan pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai Denpasar-Bali dilakukan di Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Ngurah Rai. DPPU tersebut merupakan unit operasi PT Pertamina (Persero) yang berada di bawah unit bisnis Aviassi area Jatim Balinus dan beroperasi pada tahun 1992. Penerimaan avtur berasal dari kilang milik Pertamina yang dibawa



menggunakan kapal tangki, kemudian disalurkan ke DPPU Ngurah Rai untuk di timbun pada tangki timbun dengan kapasitas total penimbunan 19800 KL (Suwidita, 2014).

Kondisi saat ini DPPU Ngurah Rai harus memenuhi permintaan yang fluktuatif. Hal tersebut terjadi dikarenakan adanya fluktuasi jumlah penerbangan yang muncul pada bulan-bulan tertentu dan membentuk pola yang sama setiap tahunnya seperti pada dibawah ini.



Gambar 1- 2 Fluktuasi Penerbangan Bandara Internasional Ngurah Rai

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Bali

Pada Gambar 1-2 terlihat bahwa frekuensi penerbangan terjadi fluktuasi setiap bulannya. Adanya fluktuasi penerbangan tersebut mengakibatkan permintaan bahan bakar avtur juga terjadi fluktuasi. Untuk mengantisipasi lonjakan frekuensi penerbangan yang tidak menentu maka perlu adanya perencanaan distribusi dan persediaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai.

Oleh karena itu, untuk mengusahakan perencanaan distribusi dan persediaan bahan bakar avtur untuk melayani kelancaran proses penerbangan yang sedang berjalan, maka diperlukan perencanaan kapasitas armada dengan rute operasional yang tepat guna menunjang tercapainya distribusi dan persediaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana ukuran dan kebutuhan armada kapal untuk menunjang distribusi bahan bakar avtur ke DPPU Ngurah Rai Bali?

2. Bagaimana penjadwalan dari armada terpilih dalam melakukan distribusi bahan bakar avtur ke DPPU Ngurah Rai Bali?

### **1.3 Tujuan**

Dalam penelitian Tugas Akhir ini yang menjadi tujuan adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan ukuran dan kebutuhan armada kapal untuk menunjang distribusi bahan bakar avtur ke DPPU Ngurah Rai Bali.
2. Mendapatkan penjadwalan dari armada terpilih dalam melakukan distribusi bahan bakar avtur ke DPPU Ngurah Rai Bali.

### **1.4 Batasan Masalah**

Supaya dalam melakukan penelitian dalam tugas akhir ini lebih fokus, dilakukan pembatasan masalah antara lain:

1. Armada kapal yang digunakan untuk alternatif dalam pemilihan ukuran kapal merupakan kapal tangki yang dioperasikan oleh PT Pertamina.
2. Terdapat 2 (dua) kilang milik PT Pertamina yang digunakan sebagai penyuplai bahan bakar avtur, yaitu kilang Cilacap dan kilang Balikpapan.
3. Pendekatan biaya modal, perawatan periodic dan operasional kapal tanker menggunakan sistem *time charter hire*.

### **1.5 Manfaat**

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perencanaan persediaan pasokan bahan bakar avtur oleh DPPU Ngurah Rai.

### **1.6 Hipotesis Awal**

Dugaan awal saya dari Tugas Akhir ini adalah didapatkan penjadwalan dan kebutuhan armada optimum termasuk kapasitas dan jumlahnya yang digunakan untuk proses distribusi bahan bakar avtur dari kilang ke DPPU Ngurah Rai.

### **1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang dari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diperoleh jika penelitian berhasil dilakukan, batasan masalah penelitian yang meliputi batasan-batasan yang digunakan dan penggunaan asumsi yang diperlukan agar penelitian ini lebih fokus, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori yang digunakan sebagai acuan dasar dalam melakukan penelitian ini. Selain itu, pembahasan teori tersebut bertujuan sebagai sarana untuk mempermudah pembaca dalam memahami konsep yang digunakan dalam penelitian. Teori-teori yang digunakan pada penelitian tugas akhir bersumber dari berbagai literatur, penelitian sebelumnya, jurnal, dan artikel.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Metodologi menggambarkan alur kegiatan dan kerangka berpikir yang digunakan oleh peneliti selama melakukan penelitian.

## BAB 4 GAMBARAN UMUM

Bab ini memuat tentang gambaran umum objek penelitian secara keseluruhan, pengumpulan data jumlah dan ukuran kapal yang dioperasikan; jarak dan rute pelayaran; biaya yang dikeluarkan, dan data kebutuhan (*demand*) yang digunakan untuk melakukan kombinasi dengan hasil keluaran (*output*) berupa ukuran armada, jumlah dan frekuensi.

## BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisa secara mendalam tentang peramalan permintaan (*demand*) dan hasil pemilihan ukuran armada kapal.

## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dirangkum hasil analisis yang didapat dan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab ini menjelaskan teori dasar dalam menunjang penelitian beserta konsep-konsep yang mendukung penelitian dalam Tugas Akhir, termasuk gambaran dari sisi regulasi, kebijakan dan penelitian terdahulu.

### 2.1 Analisa Serial Waktu (*Time Series*)

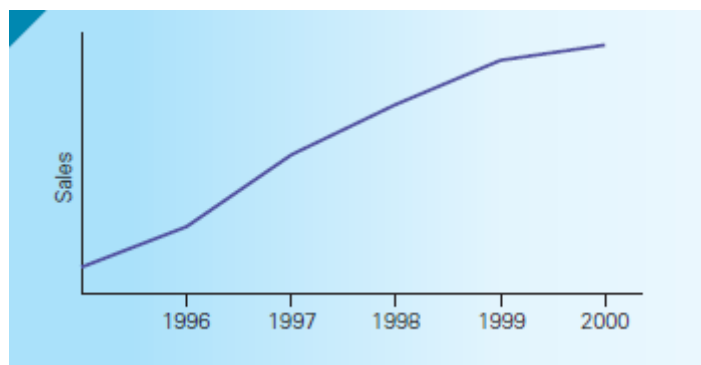
Peramalan merupakan prediksi atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti dimasa yang akan datang. Peramalan berperan penting dalam beberapa bagian perusahaan diantaranya penjadwalan sumberdaya yang tersedia, penyediaan sumber daya tambahan, dan penentuan sumberdaya yang diinginkan.

Model *Time Series* adalah suatu peramalan nilai-nilai masa depan yang didasarkan pada nilai-nilai masa lampau suatu variabel dan atau kesalahan masa lampau. Model *time series* biasanya lebih sering digunakan untuk suatu peramalan/prediksi.

Ada 4 faktor yang mempengaruhi data *time series* . Dalam data ekonomi biasanya kita mendapatkan adanya fluktuasi/ variasi dari waktu ke waktu atau disebut dengan variasi *time series*. variasi ini biasanya disebabkan oleh adanya faktor tren (*trend factor*), fluktuasi siklis (*cyclical fluktuation*), Variasi musiman (*seasonal variation*), dan pengaruh random (*irregular/random influences*).

#### 1. Tren Jangka Panjang

**Tren** adalah keadaan data yang menaik atau menurun dari waktu ke waktu. Contoh yang menunjukkan tren yaitu angka penjualan yang menaik dari tahun ke tahun (Gambar 2-1)

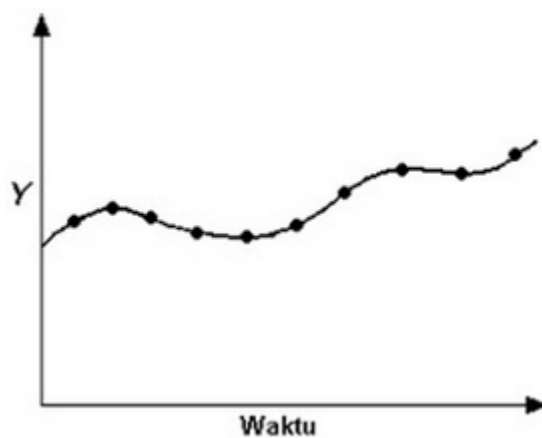


Gambar 2- 1 Pola Tren

Sumber : *Statistic for Management and Economics*

## 2. Pola Siklus

Variasi siklus adalah suatu variasi yang mempunyai pola seperti gelombang yang menggambarkan tren jangka panjang. Variasi siklus muncul ketika data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang, variasi siklus ini bisa terulang setelah jangka waktu tertentu. Variasi siklus biasanya akan kembali normal setiap 10 atau 20 tahun sekali, bisa juga tidak terulang dalam jangka waktu yang sama. Ini yang membedakan antara variasi siklus dengan musiman. Gerakan siklus tiap komoditas mempunyai jarak waktu muncul dan sebab yang berbeda-beda, yang sampai saat ini belum dapat dimengerti. Oleh karena itu dalam peramalan metode deret waktu cenderung mengabaikan variasi ini.

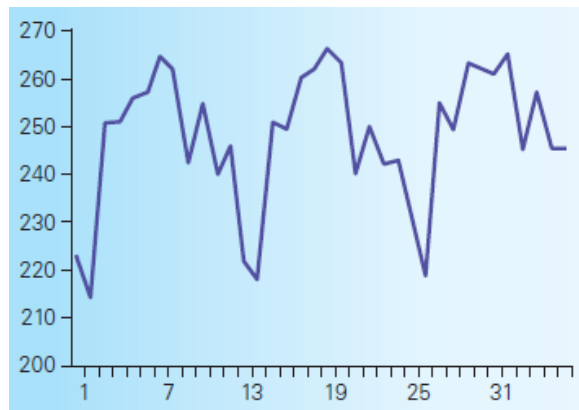


Gambar 2- 2 Pola Siklus

Sumber : *Statistic for Management and Economics*

## 3. Variasi Musiman

Variasi musiman terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Faktor tersebut berupa fluktuasi yang muncul setiap tahun dan cenderung berulang pada tahun selanjutnya. Sehingga pola variasi musiman mempunyai pola yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Istilah variasi musiman bisa merujuk pada suatu musim tertentu atau pola sistematis yang terjadi selama sebulan, seminggu atau bahkan satu hari.



Gambar 2- 3 Pola Musiman

Sumber : *Statistic for Management and Economics*

#### 4. Variasi Acak

Variasi acak disebabkan oleh perubahan yang tidak teratur dalam deret waktu. Variasi ini pada kenyataannya sulit untuk diprediksi. Contoh variasi ini dalam data *time series* karena adanya perang, bencana alam dan sebab-sebab unik lainnya yang sulit diduga. Sehingga dalam peramalan deret waktu, variasi ini cenderung diabaikan.

## 2.2 Analisis Musiman

Seperti yang sudah disebutkan pada sub bab sebelumnya tentang musiman, yaitu fluktuasi yang terjadi pada saat-saat tertentu dan membentuk pola yang sama untuk setiap tahunnya. Analisis musiman sangat dianjurkan untuk dilakukan ketika dalam melakukan pengolahan data historis untuk meramalkan sesuatu terjadi permintaan yang fluktuatif dan berpola sama pada setiap tahunnya.

Peramalan menggunakan model *time series*, yaitu suatu peramalan nilai-nilai masa depan yang didasarkan pada nilai-nilai masa lampau suatu variabel dan atau kesalahan masa lampau perlu memperhatikan 4 komponen yang disebutkan pada sub bab sebelumnya. Komponen tersebut salah satunya adalah komponen musiman. Komponen musiman diidentifikasi dengan mencari indeks musiman.

Berikut adalah langkah-langkah dalam menghitung angka indeks musiman:

1. Mencari persamaan tren dengan analisis regresi.

$$y'(t) = a + b \cdot t$$

$a = \frac{(\sum y)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum ty)}{n(\sum t^2) - (\sum t)^2}$
---

$b = \frac{n(\sum ty) - (\sum t)(\sum y)}{n(\sum t^2) - (\sum t)^2}$
--

Dimana,

Y = Variabel Akibat (Dependent)

X = Variabel Faktor Penyebab (Independent)

a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan)

2. Menghitung rasio setiap periode waktu
3. Menentukan nilai indeks, yaitu dengan menghitung rata-rata rasio dari setiap periode dari masing-masing musim (tahun)

## 2.3 Aktivitas Transportasi Laut

### 2.3.1 Lokasi dan Jaringan

Dalam transportasi suatu sistem memiliki hubungan yang kompleks antara unsur-unsur lainnya, yaitu jaringan, lokasi, dan *demand*. Lokasi yang dimaksud merupakan lokasi dimana pergerakan tersebut berasal, berakhir dan dipindahkan. Konsep lokasi bervariasi sesuai dengan tingkat skalanya yakni dapat dimulai dari skala lokal maupun global, sedangkan jaringan berasal dari komposisi infrastruktur transportasi (Pratidina, 2012). Hubungan antara tiga unsur inti transportasi bergantung pada beberapa hal berikut ini:

#### a. Lokasi

Merupakan situasi dimana kegiatan ekonomi dan permintaan terjadi. Pada umumnya kondisi aksesibilitas lokasi terhadap permintaan saling memiliki kaitan yang erat.

#### b. Arus

Merupakan jumlah lalu-lintas pada suatu jaringan, yakni merupakan fungsi dari permintaan termasuk kapasitas pendukungnya. Arus memiliki ketergantungan pada ruang dan jarak.

#### c. Terminal

Terminal yang dimaksud merupakan fasilitas yang mendukung akses dalam sebuah jaringan. Terminal juga berfungsi sebagai kapasitas pendukung transportasi dalam melayani arus.

### 2.3.2 Kedalaman Alur di Kawasan Kolam Pelabuhan

Untuk memudahkan operasional kapal di wilayah perairan kolam pelabuhan, maka kedalaman alur di pelabuhan harus cukup besar untuk memungkinkan operasional kapal pada



muka air terendah dengan kondisi kapal bermuatan penuh. Kedalaman alur ini ditentukan oleh berbagai faktor seperti:

- a. Sarat kapal terbesar yang melewati alur, dengan kondisi muatan penuh
- b. Kondisi gerakan kapal seperti *squat* (sarat kapal bertambah akibat kecepatan) dan *trim*, serta gerakan vertical kapal karena gelombang.
- c. Ketinggian permukaan air yang dipengaruhi oleh pasang surut.
- d. Pendangkalan atau sedimentasi.

### 2.3.3 Biaya Transportasi Laut

Pada umumnya biaya transportasi laut terbagi kedalam empat kategori utama yaitu biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operational cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*), berikut ini penjelasan lebih lanjut pada biaya transportasi laut:

#### a. Biaya Modal (*Capital Cost*)

*Capital cost* adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai *capital* ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

#### b. Biaya Operasional (*Operational Cost*)

*Operating cost* adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. *Operating cost* terdiri dari biaya perawatan dan perbaikan, gaji ABK, biaya perbekalan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

$$OC = M + ST + MN + I + AD$$

Keterangan:

OC = *Operating Cost*

M = *Manning*

ST = *Stores*

MN = *Maintenance and repair*

I = *Insurance*

AD = *Administrasi*

#### 1) *Manning Cost*

*Manning cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk gaji termasuk didalamnya adalah gaji pokok, tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun kepada anak buah kapal atau biasa disebut *crew cost*. Besarnya *crew cost* ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja, dalam hal ini tergantung pada ukuran-ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah kapal umumnya dibagi menjadi departemen, yaitu *deck department*, *engine department*, dan *catering department*.

2) *Store Cost, supplies and lubricating oils*

Jenis biaya pada kategori ini terbagi dala tiga macam, yaitu *marine stores* (cat, tali, besi), *engine room stores* (*spare part, lubricating oils*), dan *steward's stores* (bahan makanan).

3) *Maintenance and repair cost*

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal sesuai dengan standar kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi, biaya ini terbagi menjadi tiga kategori, yakni survey klasifikasi, perawatan rutin dan perbaikan.

4) Biaya Asuransi

Merupakan biaya asuransi yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan risiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung kepada pertanggungan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana risiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Semakin tinggi risiko yang dibebankan, maka semakin tinggi premi asuransi. Umur kapal juga mempengaruhi rate premi asuransi. *Rate* yang lebih tinggi akan dikenakan pada kapal yang lebih tua umurnya. Biaya asuransi yang sering digunakan adalah *Hull and Machinery Insurance* dan *Protection and Indemnity Insurance*.

5) Biaya Administrasi

Biaya administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusannya, biaya pengurusan ijin kepelabuhanan maupun fungsi administrative lainnya. Besarnya biaya ini tergantung kepada besar kecilnya perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

c. Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran atau *voyage cost* adalah biaya variable yang dikeluarkan oleh kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah biaya bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan biaya tunda.

$$VC = FC + PD + TP$$

Keterangan:

$VC = \text{Voyage Cost}$

$FC = \text{Fuel Cost}$

$PD = \text{Port Dues}$  atau ongkos pelabuhan

$TP = \text{Pandu dan tunda}$

#### 1) Biaya Bahan Bakar

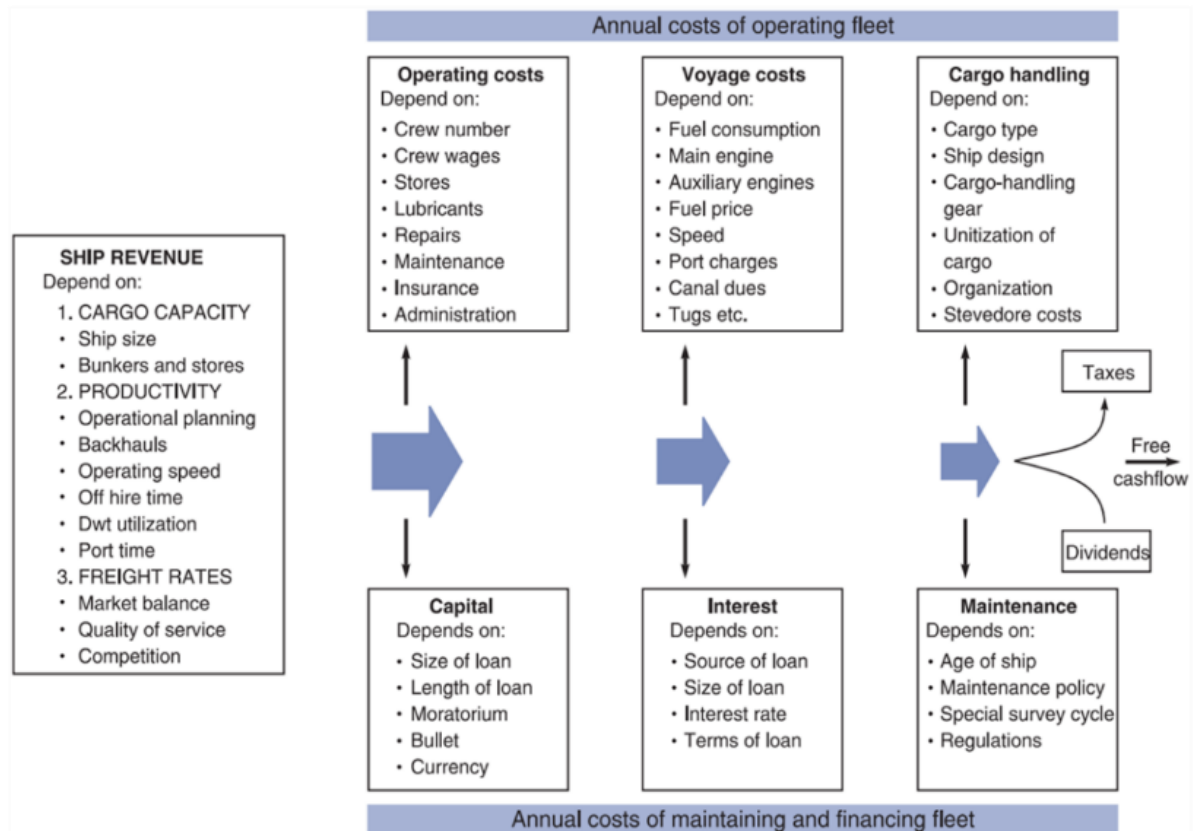
Konsumsi bahan bakar kapal tergantung pada beberapa variable seperti ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan kapal, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan serta harga bahan bakar (Nur, 2014). Jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam yaitu HSD, MDO dan MFO.

#### 2) Biaya Pelabuhan

Pada saat kapal berada dipelabuhan biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *services charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan berupa fasilitas dermaga, tambatan, kolam labuh, dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung *volume cargo*, berat *gross tonnage* dan *net tonnage*. *Services charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan termasuk pandu dan tunda.

Komponen biaya pelabuhan berdasarkan jenis terbagi dalam biaya pelayanan jasa kapal, didalamnya terdapat pelayanan jasa labuh, pemanduan, penundaan, tambat, penggunaan alur pelayaran, dan jasa kepil, sedangkan jenis biaya pelayanan jasa barang didalamnya terdapat biaya pelayanan jasa dermaga dan terminal, jasa penumpukan, dan pelayanan jasa petikemas di terminal petikemas.

Secara umum komponen pembentuk biaya transportasi laut dapat dilihat pada Gambar 2-4.



Gambar 2- 4 Komponen Biaya Transportasi Laut

Sumber : *Maritime Economics 3<sup>rd</sup> Edition*, 2009

Komponen biaya transportasi laut tersebut sangat erat kaitannya dengan model yang digunakan dalam penyelesaian studi kasus pada Tugas Akhir ini.

## 2.4 Angkutan Laut Curah Cair

Kapal tanker merupakan sebuah kapal yang dirancang untuk mengangkut muatan minyak bumi atau turunannya dalam bentuk curah cair. Dalam berbagai kasus kapal tanker adalah kapal yang menetapkan standar keselamatan yang sangat tinggi mengingat muatan yang dibawanya sangat berbahaya. Berdasarkan muatannya kapal tanker dibagi menjadi 3, yaitu:

### 2.4.1 Oil Tanker

*Oil Tanker* adalah jenis kapal tanker yang dibangun atau disesuaikan untuk mengangkut minyak curah. Ada 2 jenis *oil tanker*, yaitu *Crude Tanker* dan *Product Tanker*. *Crude Tanker* adalah tanker yang membawa muatan minyak mentah, sedangkan *product tanker* adalah tanker yang membawa muatan yang sudah diolah dari kilang. Ukuran *Crude Tanker* biasanya lebih besar dari *Product Tanker*.

#### 2.4.2 Chemical Tanker

*Chemical Tanker* adalah jenis kapal tanker yang dirancang untuk mengangkut bahan kimia. *Chemical Tanker* juga digunakan untuk mengangkut jenis bahan sensitif dengan standar kebersihan tankhi yang tinggi seperti minyak nabati, lemak, minyak sawit, soda kaustik, dan metanol.

#### 2.4.3 Liquefied Natural Gas (LNG) Tanker

*Liquefied Natural Gas (LNG) Tanker* adalah jenis kapal tanker yang dirancang untuk mengangkut muatan gas alam cair.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa kapal tanker terdiri dari dua jenis, yaitu: *product tanker* dan *crude carrier*. Di luar itu, ada jenis tanker yang lebih khusus seperti *chemical tanker* dan *gas carrier*. Sampai tahun 2016, terdapat 7.065 buah Oil Tanker di dunia (jurnal maritim, 2017).

Sedangkan berdasarkan ukurannya, kapal tanker mengalami pengembangan dari waktu ke waktu. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2-1

Tabel 2- 1 Jenis Kapal Tanker Berdasarkan Ukuran

NO	UKURAN	LOA (m)	B (m)	DRAFT (m)	DWT (ton)
1	Small Tnker	110	19	5	1.000 - 10000
2	General Purpose	160	16	7	15.000 - 25.000
3	Coastal Tanker	205	29	16	25001 - 50.000
4	Aframax	245	34	20	50.001 - 80.000
5	Suez-Max	285	45	23	80.001 - 160.000
6	VLCC (Very Large Crude Carrier)	350	55	28	160.001 - 300.000
7	ULCC (Ultra Large Crude Carrier)	415	63	35	> 300.000

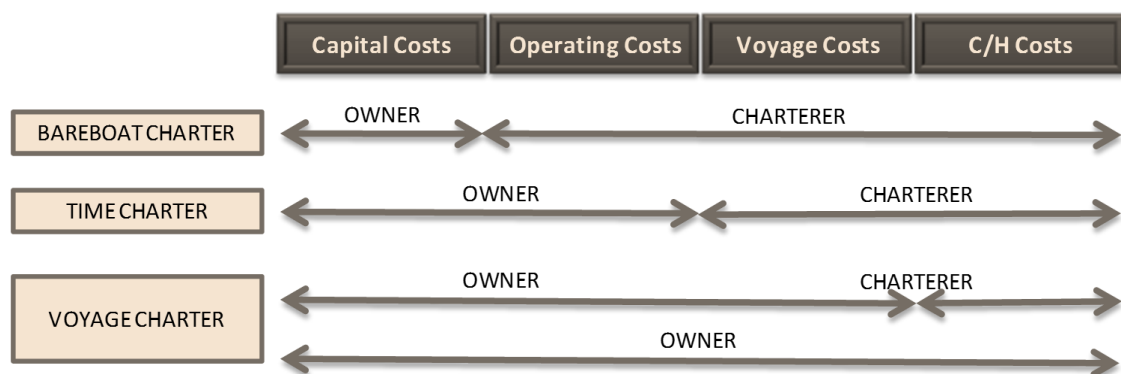
Sumber: Jurnal Maritim, 2017

Jenis kapal tersebut sangat erat kaitannya dengan penentuan alternatif ukuran kapal yang digunakan dalam penyelesaian studi kasus pada Tugas Akhir ini.

## 2.5 Penyewaan Kapal

Dalam pengangkutan muatan atau barang, pada umumnya moda transportasi yang digunakan dapat menggunakan moda milik sendiri, dan moda atas penyewaan (*Chartering*). Didalam angkutan laut beberapa jenis penyewaan kapal terbagi menjadi tiga jenis; bareboat charter, time charter dan voyage charter.

- a. *Bareboat Charter*, yaitu kapal disewa sebagai badan kapal saja, atau disebut juga dengan sewa kapal kosong. Penyewa (charterer) menyediakan nakhoda serta ABK dan mengoperasikan kapal seolah miliknya.
- b. *Time Charter*, yaitu kapal dapat disewa oleh suatu perusahaan dalam jangka waktu tertentu. Dalam hal ini penyewa kapal membayar uang sewa dan biaya bunker. Dimana uang sewa dapat dinyatakan dalam biaya sewa per hari, per bulan atau per tahun.
- c. *Voyage Charter*, yaitu kapal disewa untuk melakukan pemuatan barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Dalam kata lain pemilik kapal yang akan membayar semua biaya pada saat kapal beroperasi, kecuali biaya bongkar muat. Pada metode charter seperti ini, penyewa akan membayar uang tambang yang besarnya tergantung dari barang yang diangkut, yang dinyatakan dalam jumlah ton atau jumlah tertentu dalam satu kali pelayaran



Gambar 2- 5 Tanggungan Biaya Pada Proses sewa kapal

Adapun pembagian tanggungan biaya dalam sistem penyewaan kapal terlihat pada Gambar 2-5. Dan untuk pendekatan biaya total pada operasional kapal, salah satu komponennya menggunakan sistem *time charter hire* sebagai pengganti *fixed cost*, karena *fixed cost* akan dibayarkan tetap dalam jangka tertentu misal pertahun, dan *fixed cost* tidak bergantung pada beroperasinya kapal atau kapal tidak beroperasi. Maka dalam perhitungan total biaya kapal, dengan menjumlahkan biaya *time charter*, biaya pelabuhan dan biaya *cargo handling*.

## 2.6 Kombinasi

Kombinasi adalah menggabungkan beberapa objek dari suatu kumpulan tanpa memperhatikan urutannya. Pada kombinasi, susunan XY sama saja dengan susunan YX, sedangkan pada permutasi susunan XY dan YX dianggap susunan yang berbeda. Dengan kata

lain kombinasi merupakan bentuk khusus dari permutasi yang mengabaikan urutan kemunculan. Kebalikan dari permutasi adalah kombinasi. Jika dalam permutasi ABCD tidak boleh DCBA, pada kombinasi baik ABCD, DCBA, ACBD maupun CBDA dianggap sama karena urutan tidak diperhatikan.

Lambang notasi dari kombinasi adalah  $C$ . Jika disebutkan  $n$  kombinasi  $k$ , maka dapat ditulis menjadi  ${}^nC_k$ . Rumus kombinasi adalah sebagai berikut.

$${}^nC_k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

Kombinasi dalam penelitian ini digunakan dalam pemilihan kapal dengan mempertimbangkan jarak, ukuran kapal, lokasi asal dan tujuan dan beberapa faktor lainnya. Dengan kata lain, kombinasi ukuran kapal terpilih jika mampu memenuhi permintaan dan minimum biaya total.

## 2.7 Avtur (*Aviation Turbine*)

aviation turbine fuel (ATF) atau avtur (aviation turbine) merupakan salah satu jenis bahan bakar berbasis minyak bumi yang berwarna bening hingga kekuning-kuningan, memiliki rentang titik didih antara 145 hingga 300°C, dan digunakan sebagai bakar pesawat terbang. Secara umum, avtur memiliki kualitas yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar yang digunakan untuk pemakaian yang kurang ‘genting’ seperti pemanasan atau transportasi darat. Avtur biasanya mengandung zat aditif tertentu untuk mengurangi resiko terjadinya pembekuan atau ledakan akibat temperatur tinggi serta sifat-sifat lainnya.

Avtur memiliki sifat yang menyerupai kerosin karena memiliki rentang panjang rantai C yang sama. Komponen-komponen kerosin dan avtur terutama adalah senyawa-senyawa hidrokarbon parafinik ( $C_nH_{2n+2}$ ) dan monoolefinik ( $C_nH_{2n}$ ) atau naftenik (sikloalkan,  $C_nH_{2n}$ ) dalam rentang  $C_{10} - C_{15}$ . Sifat ini dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bahan bakar jenis lain. Contohnya adalah volatilitas; dibandingkan dengan bensin, avtur memiliki volatilitas yang lebih kecil sehingga mengurangi kemungkinan kehilangan bahan bakar dalam jumlah besar akibat penguapan pada ketinggian penerbangan. Hal lain yang menguntungkan dari avtur adalah kandungan energi per volumenya lebih tinggi dibandingkan dengan bensin sehingga mampu memberikan energi bagi pesawat untuk penerbangan jarak yang lebih jauh.



Avtur sebagai bahan bakar pesawat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu yang berbasis bahan mirip kerosin (Jet A dan Jet A1) dan yang berbasis campuran nafta-kerosin (Jet B). Tabel 2-2 menampilkan spesifikasi persyaratan mutu jenis-jenis avtur tersebut menurut standar ASTM. Jet A1 adalah jenis avtur yang paling sering digunakan untuk bahan bakar pesawat di seluruh dunia karena memenuhi standar ASTM, standar spesifikasi Inggris DEF STAN 91-91, dan NATO Code F-35. Jet A adalah bahan bakar pesawat yang memiliki sifat yang sangat mirip dengan kerosin, diproduksi hanya untuk memenuhi standar ASTM sehingga umumnya hanya dapat ditemukan di kawasan Amerika Serikat. Jet B jarang digunakan karena sulit untuk ditangani (mudah meledak), dan hanya digunakan pada daerah beriklim sangat dingin.

Tabel 2- 2 Karakteristik Bahan Bakar Pesawat Terbang Menurut ASTM 1655

Sifat	Satuan	Jet A atau Jet A1	Jet B
Densitas	kg/m <sup>3</sup>	775 - 840	751 – 802
Flash Point	°C	38	40
Titik Beku	°C	-40 Jet A atau - 50 jet A1	-50

Fungsi dari karakteristik avtur yang berpengaruh dalam penerbangan (mesin pesawat)

- Densitas

Pengertian: Berat dalam vakum per volume pada 15°C (kg/l atau kg/m<sup>3</sup>)

Fungsi: untuk keperluan konversi volume pada suhu pengukuran ke volume pada suhu standart 15C, atau untuk keperluan konversi volume ke besaran massa.

- Flash Point

Pengertian : merupakan ukuran respon bahan bakar terhadap panas dan nyala api.

Fungsi : memberikan informasi tentang kemungkinan eksistensi komponen yang sangat “volatile & Flamable”. Sehingga kegiatan transportasi dapat menentukan peraturan keselamatan tentang bahan bakar yang mudah menyala.

- Titik Beku

Pengertian : Perubahan bahan bakar terhadap suhu, dimana kristal – kristal hidrokarbon mulai terbentuk karena proses pendinginan,dan mencair kembali jika suhu dinaikkan.

Fungsi : Menentukan suhu terendah pada bahan bakar dimana bahan bakar tersebut bebas dari kristal – kristal hidrokarbon yang dapat mengganggu aliran bahan bakar pada “tube – tube” mesin turbin pesawat atau pun pada “filter” bahan bakar pesawat. Suhu tersebut terpengaruh pada ketinggian pesawat pada saat mengudara.

Hubungan spesifikasi dan karakteristik avtur diatas dalam penelitian ini terletak pada salah satu dari karakteristik tersebut, yaitu densitas. Dimana densitas ini digunakan untuk keperluan konversi volume ke besaran massa.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Setelah melakukan studi literatur terkait konsep perencanaan distribusi dan untuk mendukung perencanaan tersebut, maka dalam Bab 3 (tiga) ini akan dijelaskan lebih lanjut tentang metodologi Tugas Akhir dan data relevan yang digunakan.

### 3.1 Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir

Secara umum prosedur pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa langkah sesuai dengan diagram alir penelitian yaitu sebagai berikut:

a. Analisis Permintaan Bakar Avtur

Tahap pertama dalam analisis ini adalah mengidentifikasi komponen *supply* dan *demand*. Sisi *supply* berisikan kondisi dua kilang penyuplai avtur ke DPPU Ngurah Rai. Pada sisi *demand* dilakukan identifikasi terhadap frekuensi keberangkatan penerbangan, tujuan penerbangan dan tipe pesawat di Bandara Ngurah Rai. Setelah itu dilakukan perhitungan kebutuhan avtur dari identifikasi tersebut dan dilakukan prediksi kedepan sebagai pendekatan terkait gambaran permintaan avtur.

b. Analisis Biaya Transportasi Laut

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi total biaya transportasi laut yang terdiri dari biaya operasional kapal (biaya sewa kapal), biaya pelabuhan, biaya bahan bakar, dan biaya bongkar muat (*cargo handling*). Total biaya yang didapat merupakan total keseluruhan dari sejumlah armada terpilih.

c. Analisis Kombinasi

Yaitu, penggabungan beberapa objek dari suatu kumpulan tanpa memperhatikan urutannya. Dalam penelitian ini kombinasi digunakan untuk menggabungkan semua alternatif ukuran kapal guna mendapatkan gabungan alternatif ukuran kapal mana yang dapat memenuhi semua permintaan dengan biaya transportasi laut paling minimum. Untuk pemenuhan permintaan sendiri kombinasi tersebut dibagi menjadi 2 skenario. Skenario pertama pemenuhan permintaan hanya dipasok dari Kilang Cilacap. Skenario kedua dipasok dari kedua Kilang dengan persentase pemenuhan permintaan yang berbeda. Skenario 2 (a) pemenuhan permintaan dipasok dari Kilang Balikpapan dan Kilang Cilacap dengan masing-masing 25% dan 75% dari permintaan total avtur DPPU Ngurah Rai.. Skenario 2 (b) dengan persentase masing-masing Kilang 50%. Skenario 2 (c) pemenuhan permintaan dipasok dari Kilang Balikpapan dan Kilang Cilacap dengan masing-masing 75% dan 25% dari permintaan

total avtur di DPPU Ngurah Rai. Untuk keseluruhan ada 4 skenario pada kombinasi alternatif ukuran kapal.

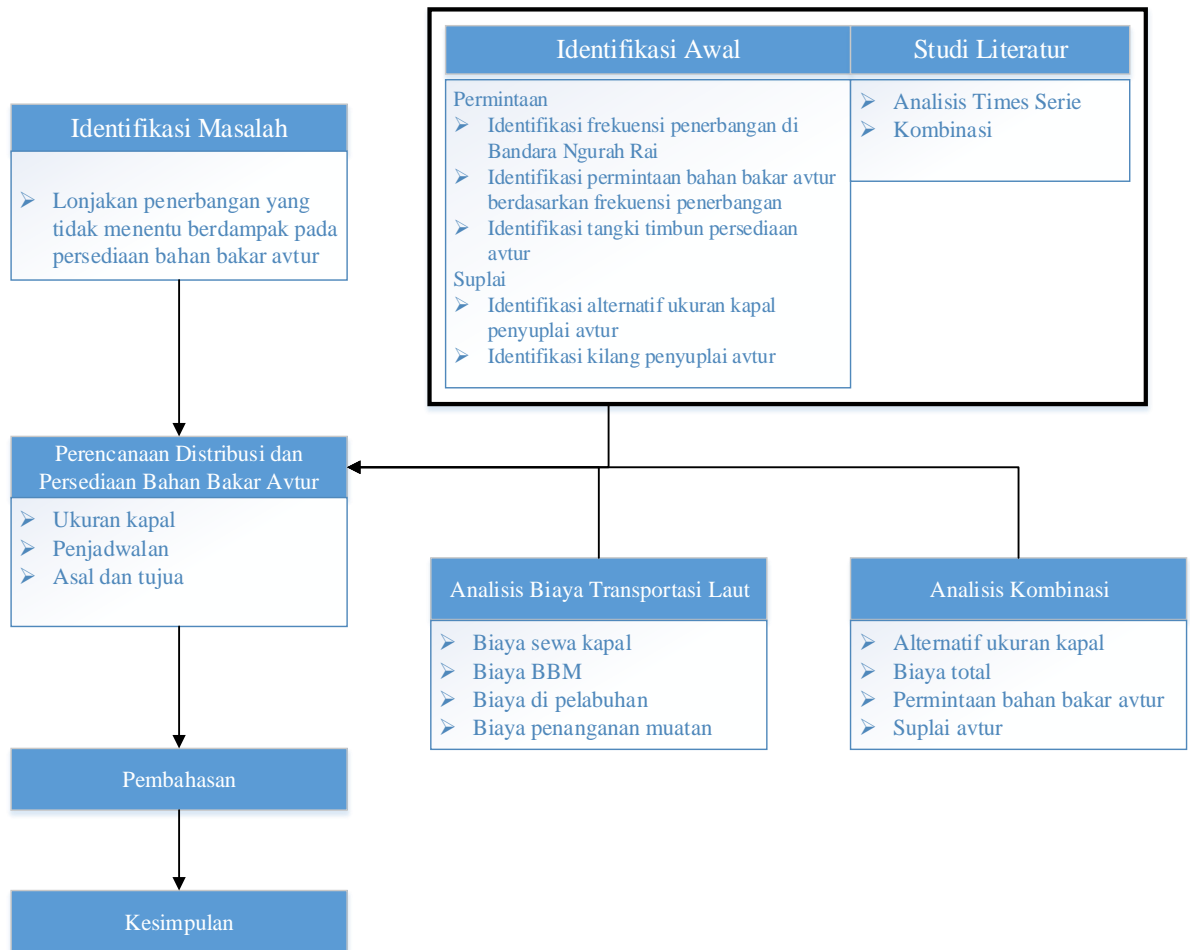
d. Penjadwalan

Setelah permintaan sudah terpenuhi dengan menggunakan alternatif ukuran kapal terpilih, maka dilakukan pola penjadwalan dengan memperhatikan permintaan yang fluktuatif dan kapasitas tangki timbun.

e. Kesimpulan

Berisikan ringkasan hasil analisis untuk menjawab tujuan penelitian dari Tugas Akhir ini.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3- 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Pengumpulan Data

Berikut merupakan data yang relevan dalam penelitian ini:

- a. Untuk mengidentifikasi permintaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai dibutuhkan data sebagai berikut:
  - Frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai
  - Jenis penerbangan dan tipe pesawat di Bandara Ngurah Rai.
  - Asal tujuan pasokan bahan bakar avtur
  - Data angkutan laut dan armada adalah armada kapal tangki yang dioperasikan oleh PT Pertamina.
- b. Untuk menganalisis ketersediaan pelabuhan, dibutuhkan data dari Pelabuhan Indonesia III cabang Benoa dan PT Pertamina. Data tersebut berupa:
  - Fasilitas pelabuhan di masing-masing wilayah kerja dari Kilang Cilacap, Kilang Blaikpapan dan Benoa.
  - Biaya pelabuhan dan cargo handling, khususnya pada muatan curah cair.
- c. Data tambahan untuk mengidentifikasi biaya pelayaran didapatkan dari berbagai sumber seperti website:
  - Jarak tempuh rute pelayanan antar pelabuhan diperoleh dari website (<http://www.ports.com>) dan aplikasi (Netpas Distance).
  - Spesifikasi kapal tangki berdasarkan data dari Biro Klasifikasi Indonesia dan Class NK.

Sedangkan harga bahan bakar diperoleh dari website indeks bahan bakar Pertamina ([bunkerbbm.co.id](http://bunkerbbm.co.id)). dan biaya sewa kapal (*time charter hire*) mengacu pada publikasi biaya sewa yang dikeluarkan oleh ALIBRA Shipping Limited 2017.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BAB 4 GAMBARAN UMUM

Di dalam gambaran umum ini akan dijelaskan tentang kondisi wilayah, profil perusahaan dan kondisi saat ini persediaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai yang akan dijadikan bahan pertimbangan untuk dilakukannya model perencanaan distribusi bahan bakar avtur.

### 4.1 Sekilas Pulau Bali



Gambar 4- 1 Peta Wilayah Pulau Bali

Sumber: CSGTEIS BALI, 2013

#### 4.1.1 Secara Umum

Bali merupakan pusat pariwisata di Indonesia dan juga sebagai salah satu daerah tujuan wisata terkemuka di dunia. Bali dikenal para wisatawan karena memiliki potensi alam yang amat indah antara lain, iklim yang tropis, hutan yang hijau, gunung, danau, sungai, sawah serta pantai indah dengan beragam pasir putih dan hitam. Selain itu, Bali lebih dikenal juga karena perpaduan alam dengan manusia serta adat kebudayaannya yang unik, yang berlandaskan pada konsep keserasian dan keselarasan yang telah mewujudkan suatu kondisi estetika yang ideal dan bermutu tinggi.

#### 4.1.2 Geografi

Pulau Bali merupakan salah satu propinsi dari 34 propinsi di Indonesia. Provinsi Bali terdiri dari pulau Bali, pulau Nusa Penida dan pulau-pulau kecil lainnya memiliki wilayah seluas 5.632,86 km<sup>2</sup> (0,29% dari luas wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia). Secara administrasi propinsi Bali terdiri dari 8 Kabupaten, yaitu Badung, Gianyar, Bangli, Klungkung, Karangasem, Tabanan, Buleleng, Jembrana dan satu Kotamadya Denpasar sebagai pusat ibukota propinsi, 55 Kecamatan, 701 Desa/Kelurahan, 1432 Desa Adat/Desa Pekraman dan 3045 Banjar Adat.

Daerah Bali terletak di antara 7,54 ° dan 8,13 ° Lintang Selatan dan 114,25 ° dan 115,43 ° Bujur Timur. Pulau Bali memiliki letak yang strategis karena menghubungkan lalu-lintas darat dan laut antara pulau Jawa dengan kepulauan Nusa Tenggara. Pulau Bali secara regional juga memiliki letak strategis karena menghubungkan benua Asia dan benua Australia.

#### 4.1.3 Demografi

Penduduk Bali kira-kira sejumlah 4 juta jiwa lebih, dengan mayoritas 92,3% menganut agama Hindu. Agama lainnya adalah Buddha, Islam, Protestan dan Katolik. Agama Islam adalah agama minoritas terbesar di Bali dengan penganut antara 5-7,2%.

Selain dari sektor pariwisata, penduduk Bali juga hidup dari pertanian dan perikanan, yang paling dikenal dunia dari pertanian di Bali ialah sistem Subak. Sebagian juga memilih menjadi seniman. Bahasa yang digunakan di Bali adalah Bahasa Indonesia, Bali dan Inggris khususnya bagi yang bekerja di sektor pariwisata.

#### 4.1.4 Transportasi

Bali tidak memiliki jaringan rel kereta api namun jaringan jalan yang ada di pulau ini tergolong sangat baik dibanding daerah-daerah lain di Indonesia, jaringan jalan tersedia dengan baik khususnya ke daerah-daerah tujuan wisatawan yakni Legian, Kuta, Sanur, Nusa Dua, Ubud, dll. Sebagian besar penduduk memiliki kendaraan pribadi dan memilih menggunakannya karena moda transportasi umum tidak tersedia dengan baik, kecuali taksi dan angkutan pariwisata. Moda transportasi masal saat ini disiapkan agar Bali mampu memberi kenyamanan lebih terhadap para wisatawan. Baru-baru ini untuk melayani kebutuhan transportasi massal yang layak di pulau Bali diluncurkan Trans Sarbagita (Trans Denpasar,

Badung, Gianyar, Tabanan) Menggunakan Bus besar dengan fasilitas AC dan tarif Rp 3.500. Sampai sekarang, transportasi di Bali umumnya dibangun di Bali bagian selatan sekitar Denpasar, Kuta, Nusa Dua dan Sanur sedangkan wilayah utara kurang memiliki akomodasi yang baik.

Bali terhubung dengan Pulau Jawa dengan layanan kapal feri yang menghubungkan Pelabuhan Gilimanuk di kabupaten Jembrana dengan Pelabuhan Ketapang di Kabupaten Banyuwangi yang lama tempuhnya sekitar 30 hingga 45 menit saja. Penyeberangan ke Pulau Lombok melalui Pelabuhan Padangbai menuju Pelabuhan Lembar yang memakan waktu sekitar empat sampai lima jam lamanya tergantung cuaca.

Transportasi udara dilayani oleh Bandara Internasional Ngurah Rai dengan destinasi ke sejumlah kota besar di Indonesia, Australia, Singapura, Malaysia, Thailand, Timor Leste, RRC serta Jepang. Landas pacu dan pesawat terbang yang datang dan pergi bisa terlihat dengan jelas dari pantai dan menjadi semacam hiburan tambahan bagi para wisatawan yang menikmati pantai Bali.

Untuk transportasi darat antar pulau di bali ada terminal Ubung-Denpasar dan terminal Mengwi yang menghubungkan pulau Bali dengan Pulau Jawa dan Pulau Lombok. Terminal Ubung di pulau Bali ini melayani berbagai rute antar pulau tujuan Jakarta, Bandung, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Malang, Madura, Jember, dll. Angkutan antar pulau dilayani oleh armada bus besar dengan kelas ekonomi, bisnis dan eksekutif.

#### 4.1.5 Kebudayaan dan Pariwisata

Bali sangat kaya dengan budaya dan adat istiadat. Kekayaan budaya ini ikut mewarnai gemerlapnya pariwisata Bali. Bali tanpa budayanya ibaratkan sayur tanpa garam. Atraksi budaya Bali ikut menyemarakkan pariwisata Bali. Setiap hari di beberapa tempat dipertunjukkan atraksi budaya seperti pertunjukan Tari Barong, pertunjukan Tari Kecak, Tari Legong dan lain-lain. Pertunjukan tari ini menjadi salah satu daya tarik bagi wisatawan.



Gambar 4- 2 Wisata Pulau Bali (Tanah Lot)

Sumber: CSGTEIS BALI, 2013

#### **4.2 DPPU Ngurah Rai**

Merupakan perusahaan dari PT Pertamina yang bergerak pada bidang usaha sebagai depot pengisian bahan bakar minyak penerbangan. Kegiatan utama perusahaan ini adalah melakukan penerimaan, penimbunan dan penyaluran avtur dan avgas.

Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Ngurah Rai – Bali adalah unit operasi PT. Pertamina (Persero) yang berada di bawah unit bisnis Aviiasi area Jatim Balinus yang dibangun pada tahun 1990/1991 dan beroperasi pada tahun 1992. Waktu operasinya adalah selama 24 jam setiap hari menyalurkan Bahan Bakar Minyak Penerbangan (BBMP) berupa avtur dan avgas untuk keperluan pesawat udara baik sipil maupun militer yang beroperasi di Bandara Internasional Ngurah Rai, Bali.

Fasilitas dermaga bongkar dan tangki timbun PT Pertamina

Dermaga

Panjang : 205 meter

Lebar : 21,3 meter

Kedalaman Kolam : 9 meter

Alur Pelayaran

Panjang Alur : 3,9 Mil Laut

Lebar Alur : 1500 meter

Kedalaman Alur : 9 – 13 meter

Produktivitas Bongkar

Menggunakan pipa dengan diameter 10 inch dengan rata-rata aliran  $183 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tabel 4- 1 Rata-rata Laju Aliran

Diameter	Laju Aliran $\text{m}^3/\text{jam}$
3" / 80 mm	17
4" / 100 mm	29
6" / 150 mm	67
8" / 200 mm	116
10" / 250 mm	183
12" / 300 mm	262

Sumber: *International Safety Guide for Inland Navigation Tank Barges and Terminals*

Kapasitas Tangki Timbun

Kapasitas penimbunan 19800 KL dan terbagi menjadi 6 unit tangki timbun, yang terdiri dari 3 unit @ 2100 KL dan 3 unit @ 4500 KL.



Gambar 4- 3 Lokasi Dermaga Bongkar Benoa PT Pertamina

#### 4.3 Kondisi Penerbangan di Bandara Ngurah Rai

Bandar Udara Internasional Ngurah Rai merupakan bandara utama Pulau Bali dan merupakan bandara tersibuk ketiga di Indonesia.

#### 4.3.1 Frekuensi Penerbangan

Frekuensi penerbangan di bandara Ngurah Rai mengalami peningkatan setiap tahunnya. Meski terjadi tren peningkatan setiap tahunnya, namun dalam satu tahun tersebut terjadi fluktuasi jumlah penerbangan yang muncul pada bulan-bulan tertentu atau fluktuasi tersebut bersifat musiman.

Berikut adalah tabel frekuensi keberangkatan penerbangan domestik dan internasional dari Bandara Ngurah Rai pada tahun 2013 – 2014.

Tabel 4- 2 Keberangkatan Pesawat Terbang di Bandara Internasional Ngurah Rai

Bulan	Tahun 2013		Tahun 2014	
	Domestik	Internasional	Domestik	Internasional
Januari	3123	2082	3537	2358
Februari	2673	1782	2948	1966
Maret	2964	1976	3136	2091
April	2880	1920	3181	2120
Mei	3077	2051	3348	2232
Juni	3138	2092	3246	2164
Juli	3031	2020	3184	2123
Agustus	3354	2236	3445	2297
September	3229	2153	3227	2152
Oktober	3151	2100	3259	2173
November	3246	2164	3148	2099
Desember	3520	2346	3383	2255
Jumlah	37386	24922	39042	26030

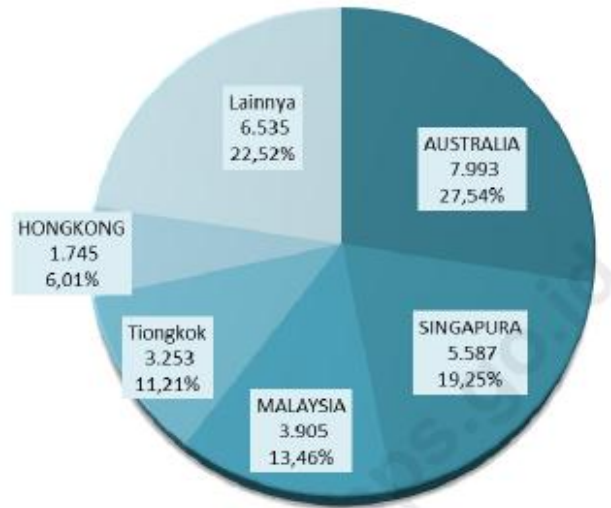
Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali

Dari Tabel 4-2 dapat dilihat bahwa pada bulan Desember jumlah penerbangan paling tinggi dibanding bulan lainnya. Hal tersebut terjadi karena pada bulan desember terdapat libur panjang dan mengingat pulau Bali merupakan tujuan destinasi utama di Indonesia. Jadi pada saat musim libur tersebut banyak wisatawan yang berkunjung ke Pulau Bali sehingga frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai Juga meningkat dibandingkan dengan bulan lainnya. Adanya fluktuasi penerbangan tersebut mengakibatkan permintaan bahan bakar avtur juga terjadi fluktuasi.

#### 4.3.2 Keberangkatan Angkutan Udara

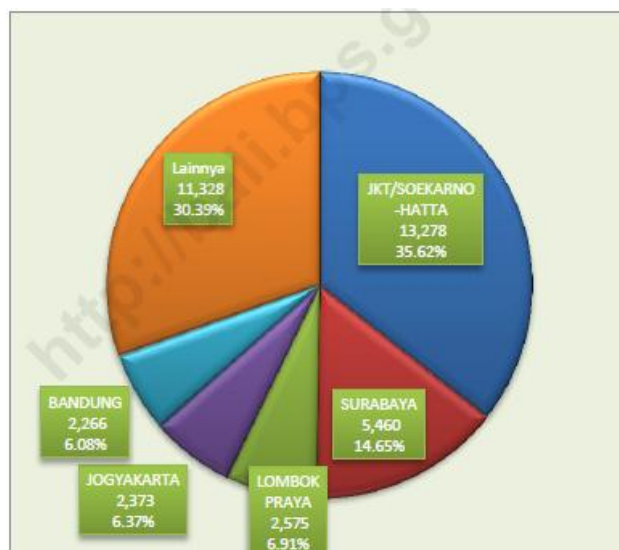
Jumlah pesawat angkutan udara yang berangkat dari Bandara Ngurah Rai terjadi peningkatan setiap tahunnya, baik dari penerbangan Internasional maupun Domestik. Bila diamati tujuan utama keberangkatannya, ada lima negara yang mendominasi untuk penerbangan Internasional antara lain Australia, Singapura, Malaysia, Tiongkok dan

Hongkong. Jika dilihat secara proporsi, peranan kelima negara tersebut adalah Australia mencapai 28 persen kemudian diikuti Singapura 20 persen, Malaysia 14 persen, Tiongkok 12 persen dan Hongkong 7 persen. Secara visual dapat dilihat pada Gambar 4-5.



Gambar 4- 4 Sebaran Lima Negara Utama Tujuan Penerbangan Internasional dari Bandara Ngurah Rai  
Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, Tahun 2016

Sedangkan untuk penerbangan Domestik, lima embarkasi yang mendominasi antara lain Jakarta (35,62%), Surabaya (14,65%), Lombok (6,91%), Yogyakarta (6,37%) dan Bandung (6,08%). Secara visual peranan dari lima embarkasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-6.



Gambar 4- 5 Sebaran Lima Daerah Utama Tujuan Penerbangan Domestik dari Bandara Ngurah Rai  
Sumber: Badan Pusat Statistika Provinsi Bali, Tahun 2016

Berdasarkan tujuan keberangkatan penerbangan diatas, dan dengan bantuan aplikasi Traveloka dapat diketahui ukuran pesawat yang digunakan untuk penerbangan tersebut. Untuk penerbangan Internasional didominasi oleh pesawat Boeing 737, Airbus A320 dan Airbus A330. Sedangkan untuk penerbangan Domestik didominasi oleh pesawat Boeing 737, Airbus A320 dan ATR.

Penyaluran bahan bakar avtur sebagai bahan bakar minyak penerbangan untuk keperluan pesawat udara yang beroperasi di Bandar Udara Internasional Ngurah Rai Denpasar-Bali dilakukan di Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) Ngurah Rai. Untuk mengetahui kebutuhan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai dapat dilakukan dengan mengidentifikasi jumlah frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai dan tipe pesawat yang melakukan pengisian bahan bakar avtur.

#### 4.4 Kondisi Suplai Avtur ke DPPU Ngurah Rai

DPPU Ngurah Rai merupakan DPPU terbesar di Indonesia yang melakukan penjualan avtur ke maskapai asing. Total penjualan avtur di tahun 2013 adalah 530.411.260 liter. 60% dari volume tersebut disalurkan ke maskapai asing dan internasional.

Berikut adalah Data Suplai bahan bakar Avtur ke DPPU Ngurah Rai tahun 2009 – 2012.

Tabel 4- 3 Suplai Avtur ke DPPU Ngurah Rai Tahun 2009 – 2012

Tahun	Jumlah Avtur (Ton)
2009	317.525
2010	332.334
2011	362.765
2012	389.468
2013	424.329
2014	441.115
2015	466.964
2016	492.813

Sumber: PT Pertamina (*diolah kembali*)

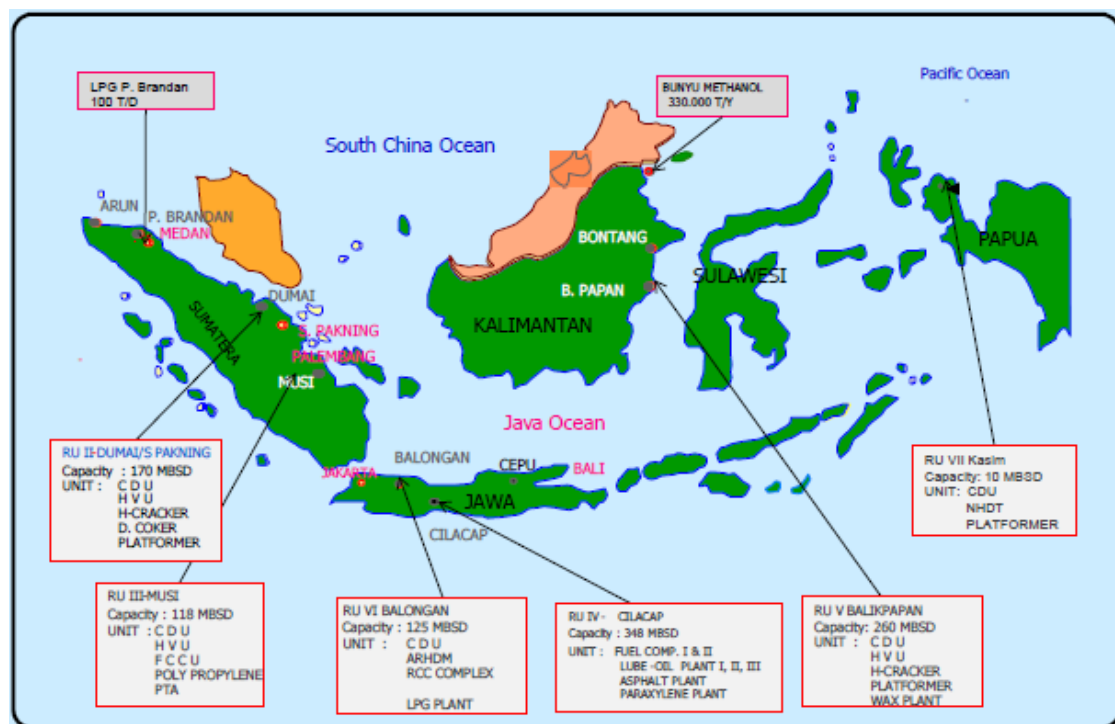
Penerimaan Avtur berasal dari Kilang milik Pertamina di Kilang Cilacap dan Kilang Balikpapan yang dibawa menggunakan 2 unit kapal tangki ukuran 5000 DWT yang dioperasikan dari masing-masing kilang. Frekuensi suplai dari Kilang Balikpapan rata-rata setiap 7 hari sekali dan Kilang Cilacap setiap 6 hari sekali. Untuk keseluruhan muatan tersebut dibongkar di dermaga Benoa disalurkan melalui pipa 10 inch ke DPPU Ngurah Rai untuk ditimbun pada Tangki dengan total kapasitas penimbunan 19.800 KL.



#### 4.5 Kilang Pertamina

Kilang Pertamina masuk dalam bisnis pengolahan di sektor usaha hilir. Bisnis pengolahan Pertamina memiliki dan mengoperasikan 6 (enam) buah unit kilang dengan kapasitas total 1034,8 ribu barrel per hari. Beberapa kilang minyak seperti kilang UP-III Plaju dan Kilang UP-IV Cilacap terintegrasi dengan kilang Petrokimia, dan memproduksi produk-produk Petrokimia yaitu Purified Terapthalic Acid (PTA) dan Paraxylene. Beberapa Kilang tersebut juga menghasilkan produk LPG, seperti di Pangkalan Brandan, Dumai, Plaju, Cilacap, Balikpapan, Balongan dan Mundu. Kilang LPG P.Brandan dan Mundu merupakan kilang LPG yang operasinya terpisah dari kilang minyak, dengan bahan bakunya berupa gas alam.

Berikut adalah peta lokasi sdari keenam unit kilang milik Pertamina pada Gambar 4-7



Gambar 4- 6 Lokasi Penyebaran Kilang PT Pertamina

Sumber: PT Pertamina Unit Pengolahan

Dari keenam unit kilang tersebut tidak semuanya yang menghasilkan produk Bahan Bakar Khusus (BBK) jenis avtur. Hanya ada 4 kilang yang menghasilkan produk Bahan Bakar Khusus (BBK) jenis avtur, diantaranya yaitu:

- 1) Kilang Dumai → 750.000 KL
- 2) Kilang Plaju → 80.000 KL
- 3) Kilang Cilacap → 1.770.000 KL

4) Kilang Balikpapan → 730.000 KL

Berikut adalah kemampuan produksi Bahan Bakar Khusus jenis avtur dari masing-masing kilang seperti pada Tabel 4-3.

Tabel 4- 4 Produksi Avtur

	Kilang II	Kilang III	Kilang IV	Kilang V	Kilang VI	Kilang VII
Avtur	750.000 KL	80.000 KL	1.770.000 KL	730.000 KL		

Sumber data: PT Pertamina Direktorat Pengolahan tahun 2014

Dari Tabel 4-4 dapat diketahui bahwa kilang Cilacap mempunyai kapasitas produksi bahan bakar avtur terbesar dibandingkan dengan kilang lainnya.

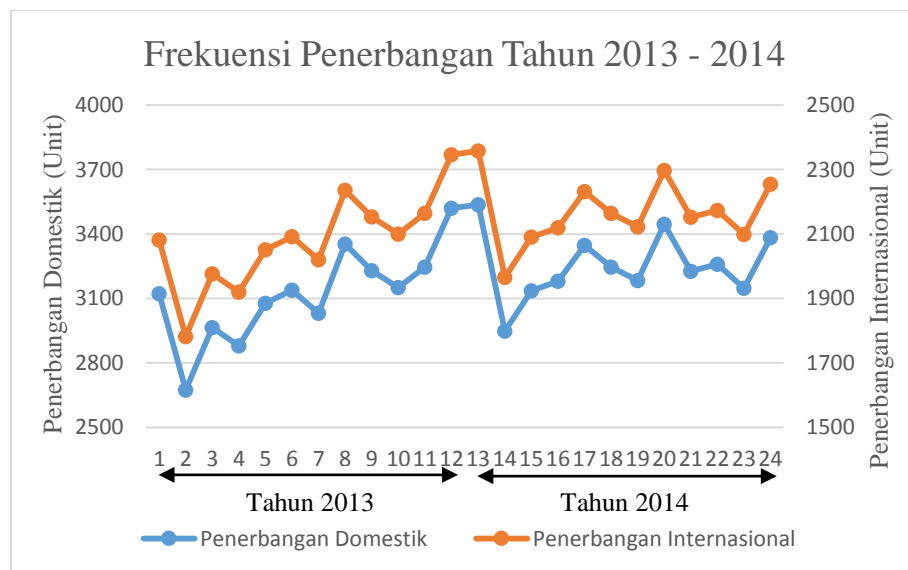
## BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perencanaan ukuran armada yang digunakan untuk distribusi bahan bakar avtur pada penelitian ini berdasarkan dua skenario, yaitu: pemenuhan distribusi permintaan avtur hanya dari satu kilang dan pemenuhan distribusi permintaan avtur harus dari dua kilang dengan pembagian persentase pemenuhan permintaan. Dari skenario tersebut dilakukan kombinasi alternatif ukuran kapal dan ukuran kapal akan terpilih jika dapat memenuhi permintaan dan minimum biaya total. Adapun komponen analisis pada bab ini terdiri dari analisis permintaan, analisis biaya transportasi laut, kemudian analisis hasil kombinasi ukuran kapal dan diakhiri dengan penjadwalan.

### 5.1 Analisis Permintaan Bahan Bakar Avtur

Pada bab ini menjelaskan tentang bagaimana menentukan permintaan atau kebutuhan bahan bakar avtur DPPU Ngurah Rai. Penentuan besarnya permintaan bahan bakar avtur dilakukan dengan mengidentifikasi jumlah frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai dan ukuran pesawat yang melakukan pengisian bahan bakar avtur.

Seperti yang disebutkan pada bab sebelumnya, frekuensi penerbangan di Bandar Ngurah Rai memiliki pola tren dan musiman. Hal tersebut diuktikan dengan meningkatnya frekuensi penerbangan di setiap tahunnya dan dalam satu tahun tersebut terjadi fluktuasi penerbangan pada bualan-bulan tertentu atau fluktuasi tersebut bersifat musiman.



Gambar 5- 1 Fluktuasi Penerbangan di Bandara Ngurah Rai

Sumber: BPS Provinsi Bali (*diolah kembali*)

Dari Gambar 5-1 diketahui adanya fluktuasi frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai. Untuk menentukan jumlah permintaan atau kebutuhan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai perlu dilakukan identifikasi pola tren dan musiman dari frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai. Pola tren diidentifikasi menggunakan regresi linier dan musiman diidentifikasi dengan mencari indeks musiman. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan frekuensi penerbangan untuk tahun 2018. Setelah melakukan proses identifikasi tren dan musiman didapatkan angka peramalan frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai pada tahun 2018 seperti pada Tabel 5-1

Tabel 5- 1 Hasil Peramalan Frekuensi Penerbangan Tahun 2018

Tahun	Bulan	Penerbangan	
		Domestik	Internasional
2018	Januari	4199	2800
	Februari	3541	2362
	Maret	3842	2562
	April	3811	2541
	Mei	4037	2692
	Juni	4010	2674
	Juli	3899	2600
	Agustus	4263	2843
	September	4046	2699
	Oktober	4011	2675
	November	4001	2668
	Desember	4316	2878
Jumlah		47976	31994

Sumber: BPS Provinsi Bali (*diolah kembali*)

Setelah diketahui frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi jumlah dan ukuran pesawat yang melakukan pengisian avtur di DPPU Ngurah Rai. Seperti yang sudah disebutkan pada bab sebelumnya ada sedikit perbedaan dari ukuran pesawat masing-masing penerbangan. Untuk penerbangan Domestik sebagian besar dilayani oleh pesawat dengan ukuran Boeing 737, Airbus A320 dan ATR. Sedangkan penerbangan Internasional dilayani oleh pesawat dengan ukuran Boeing 737, Airbus A320 dan Airbus A330.

Dari keseluruhan total frekuensi penerbangan tersebut tidak semuanya melakukan pengisian bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai dan tidak semuanya melakukan pengisian sampai tangki pesawat penuh. Dalam penelitian ini dilakukan skenario proporsi pengisian bahan bakar avtur dari masing-masing penerbangan. Untuk penerbangan Domestik proporsinya adalah 40% dari total penerbangan Domestik yang melakukan pengisian bahan

bakar avtur di DPPU Ngurah Rai. Sedangkan untuk penerbangan Internasional proporsinya sebesar 60%.

Sedangkan dari segi kapasitas tangki bahan bakar pesawat dilakukan skenario pengisian berdasarkan jumlah kapasitas dari masing-masing ukuran pesawat. Untuk penerbangan Domestik maupun Internasioanl 40% dari frekuensi penerbangan melakukan pengisian sampai kapasitas tangki penuh dan sisanya lagi melakukan pengisian masing-masing 50% dan 25% dari kapasitas tangki bahan bahan bakar pesawat. Adapun kebutuhan total bahan bakar avtur untuk memenuhi frekuensi penerbangan di Bandara Ngurah Rai adalah seperti pada Tabel 5-2

*Tabel 5- 2 Peramalan Permintaan Bahan Bakar Avtur untuk Penerbagan di Bandara Ngurah Rai Tahun 2018*

Tahun	Bulan	Total Permintaan (Ton)
2018	Januari	54.241
	Februari	45.935
	Maret	49.830
	April	49.425
	Mei	52.359
	Juni	52.009
	Juli	50.570
	Agustus	55.294
	September	52.488
	Oktober	52.026
	November	51.892
	Desember	55.977
	Jumlah	622.047

Sumber: DPPU Ngurah Rai (*diolah kembali*)

## 5.2 Analisis Biaya Transportasi Laut

Total biaya transportasi laut merupakan penjumlahan dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*). Untuk mendapatkan nilai dari *fixed cost* dan *variable cost*, maka beberapa asumsi seperti data jarak pelayaran, spesifikasi dan variasi armada, biaya sewa kapal, bahan bakar, hingga biaya pelabuhan dan bongkar muat akan digunakan sebagai dasar perhitungan pada kombinasi alternatif ukuran kapal.

### 5.2.1 Jarak Tempuh Pelayaran

Jarak tempuh pelayaran merupakan salah satu faktor penting sebagai pembentuk total biaya transportasi laut. antar pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan. Adapun data jarak pelayaran yang digunakan mengacu pada data jarak antar Kilang Cilacap dan Kilang Balikpapan ke DPPU Ngurah Rai. Jarak antar pelabuhan ini seterusnya akan mempengaruhi perhitungan lama

waktu berlayar yang diperoleh melalui pembagian antara jarak dan kecepatan rata-rata kapal, selain itu dampak jarak pelayaran ini juga dapat menentukan kapasitas operasional kapal dalam satu tahun, yaitu total frekuensi setiap armada pada rute yang digunakan.

Adapun jarak total pada tiap rute pelayaran dapat dilihat pada Tabel 5-3

Tabel 5- 3 Data Jarak antar Kiliang ke DPPU Ngurah Rai

Jarak (mil laut)		
	Kilang Cilacap	RU Balikpapan
DPPU Ngurah Rai	419	495

Sumber: *Google Maps (diolah kembali)*

### 5.2.2 Alternatif Ukuran Kapal

Alternatif ukuran kapal disediakan untuk mengetahui pilihan kapal yang optimum yang akan dioperasikan untuk dapat memenuhi permintaan avtur di DPPU Ngurah Rai. Adapun alternatif ukuran kapal dapat dilihat pada Tabel 5-4 berikut ini.

Tabel 5- 4 Alternatif Pilihan Ukuran Kapal


Tipe Kapal	Alternatif	DWT (Ton)	Ukuran Payload (Ton)
Small Tanker I	Kapal 1	1669	1503
	Kapal 2	3500	3150
	Kapal 3	3625	3263
	Kapal 4	3637	3274
	Kapal 5	3644	3280
	Kapal 6	3675	3308
	Kapal 7	4222	3800
	Kapal 8	4226	3804
	Kapal 9	4266	3840
Small Tanker II	Kapal 10	6500	5850
	Kapal 11	6523	5871
	Kapal 12	6609	5949
	Kapal 13	6627	5965
	Kapal 14	6640	5976
	Kapal 15	6736	6063
	Kapal 16	6777	6100
	Kapal 17	7544	6790
General Purpose	Kapal 18	15514	13963
	Kapal 19	17480	15732

Sumber: PT Pertamina (*diolah kembali*)

Alternatif ukuran kapal pada Tabel 5-4 mengacu pada armada kapal yang dioperasikan oleh PT Pertamina dan dibuat dengan rentang dari kapasitas muatan 1.503 hingga 15.732 ton, dan menyesuaikan dengan kapasitas tangki timbun di DPPU Ngurah Rai.

### 5.2.3 Biaya Sewa Kapal

Biaya tetap (*fixed cost*) pada kapal dapat didefinisikan sebagai biaya yang tidak dipengaruhi oleh rute operasional kapal dan banyaknya muatan yang diangkut. Biaya ini pada umumnya meliputi biaya operasional, biaya perawatan kapal secara berkala, dan biaya kapital (*capital cost*). Dalam penelitian ini komponen biaya tersebut diasumsikan dengan menggunakan sistem *time charter* untuk menghitung besaran *fixed cost*. Adapun harga sewa kapal didapatkan dengan pendekatan regresi atas estimasi harga sewa kapal yang diperoleh dari “ALIBRA Shipping Limited”.



ALIBRA

Shipping Limited

Rates updated Wednesday: 20 December 2017

NB Rates may differentiate in Weekly Market

Full report sent out on Fridays

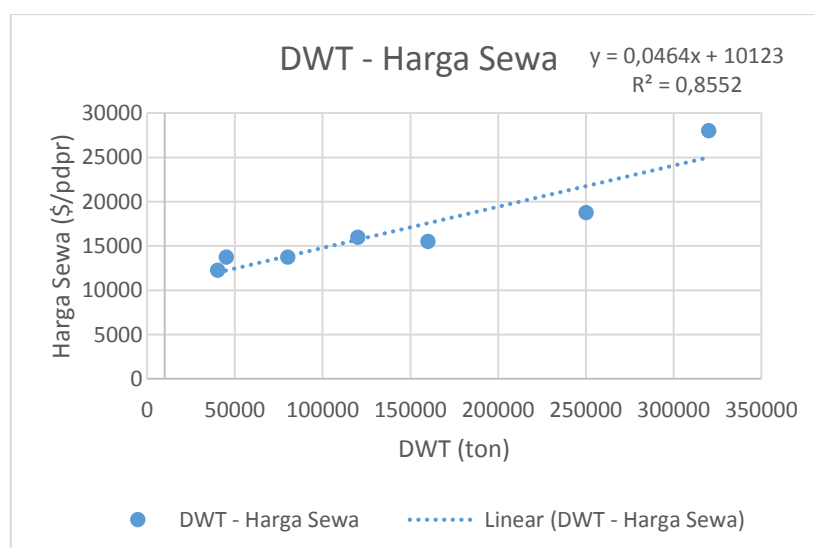
WET TIME CHARTER ESTIMATES (\$/pdpr)

SIZE	1 YR	2 YR	3 YR	5 YR
HANDY (40dwt)	12,250	12,500	13,000	13,750
MR IMO3	13,750	14,150	14,000	15,500
LR1	13,750	14,000	16,000	17,500
LR2 (115 dwt cpp & dpp)	16,000	16,500	19,000	20,000
AFRA (115dwt)	15,500	16,000	18,000	19,000
SUEZ	18,750	20,000	22,000	23,500
VLCC	28,000	29,000	30,000	32,500

Gambar 5- 2 Estimasi Harga Sewa Kapal

Sumber: ALIBRA Shipping Limited

Berikut adalah hasil regresi antara DWT kapal dengan harga sewa kapalper hari



Gambar 5- 3 Regresi DWT Kapal dengan Harga Sewa kapal

Dengan memasukkan variabel DWT kapal pada persamaan tersebut, maka didapatkan harga sewa kapal untuk masing-masing alternatif ukuran kapal seperti pada Tabel 5-5

Tabel 5- 5 Rata-rata Harga Sewa Kapal

Aternatif	Harga Sewa (Jt-Rp/hari)
Kapal 1	Rp138,73
Kapal 2	Rp139,89
Kapal 3	Rp139,97
Kapal 4	Rp139,98
Kapal 5	Rp139,98
Kapal 6	Rp140,00
Kapal 7	Rp140,35
Kapal 8	Rp140,35
Kapal 9	Rp140,37
Kapal 10	Rp141,78
Kapal 11	Rp141,80
Kapal 12	Rp141,85
Kapal 13	Rp141,86
Kapal 14	Rp141,87
Kapal 15	Rp141,93
Kapal 16	Rp141,96
Kapal 17	Rp142,44
Kapal 18	Rp147,48
Kapal 19	Rp148,72

Dari Tabel 5-5 dapat diketahui biaya sewa kapal tangki dalam sehari dari masing-masing alternatif kapal

#### 5.2.4 Biaya Bahan Bakar

Rata-rata biaya bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan harga yang dikeluarkan oleh PT Pertamina pada Nopember 2017 dengan jenis produk HSD, adapun harga jual HSD per liter dapat dilihat pada Tabel 5-6.



Tabel 5- 6 Harga Solar

Harga solar wilayah I	Rp 8.700
Harga solar wilayah II	Rp 8.700
Harga solar wilayah III	Rp 8.800
Harga solar wilayah IV	Rp 8.950

Sumber: PT Pertamina

Dari Tabel 5-6 untuk harga solar yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengacu pada harga solar di wilayah I dan II. Dikarenakan harga bahan bakar masih dalam satuan liter, sedangkan konsumsi bahan bakar dalam satuan ton, maka dilakukan konversi harga bahan bakar untuk mendapatkan biaya bahan bakar per ton. Dalam hal ini nilai 1 MT (*metric ton*) sama dengan 1.202 liter HSD, sehingga didapat harga bahan bakar 1 (satu) ton senilai 10.456 Juta Rupiah.

#### 5.2.5 Biaya dan Operasional Pelabuhan

Secara garis besar biaya pelabuhan dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu biaya pada jasa layanan kapal dan layanan barang. Jasa layanan kapal terdiri dari layanan labuh, tambat, pandu, tunda dan buka tutup palkah. Asumsi tarif yang digunakan untuk jasa layanan kapal menggunakan standar yang dikeluarkan oleh Peraturan Pemerintah No 11 Tahun 2015 Tentang Jenis dan Tarif. seperti yang terlihat pada Tabel 5-6 berikut ini.

Tabel 5- 7 Tarif Layanan Jasa Kapal di Pelabuhan

No	Jenis Pelayanan	Tarif	Keterangan
1	JASA LABUH Kapal Niaga	Rp 90	Per GT/Kunjungan (Per 10 hari)
2	JASA PEMANDUAN Tarif Pokok Tarif Tambahan	Rp 107.000 Rp 30	Per Kapal per Gerakan Per GT/Kapal/Gerakan
3	JASA PENUNDAAN  <i>Kapal s/d 2000 GT</i> <i>Kapal 2001 - 3500 GT</i> <i>Kapal 3501 -8000 GT</i> <i>Kapal 8001 - 14000 GT</i> <i>Kapal 14001 - 18000 GT</i>  <i>Kapal 18001 - 26000 GT</i> <i>Kapal 26001 - 40000 GT</i> <i>Kapal &gt; 75001 GT</i> Tarif Variabel <i>Dibawah 75000 GT</i> <i>Diatas 75000 GT</i>	Rp 367.500 Rp 486.500 Rp 755.000 Rp 1.171.000 Rp 1.585.000  Rp 2.343.000 Rp 2.500.000 Rp 2.672.000  Rp 10 Rp 10	Per Kapal per Gerakan Per Kapal per Gerakan Per Kapal per Gerakan Per Kapal per Gerakan Per Kapal per Gerakan  Per Kapal per Gerakan Per Kapal per Gerakan Per Kapal per Gerakan  per GT per Gerakan per GT per Gerakan
4	JASA TAMBAT Dermaga Breasting Dolphin dan Pelampung Pinggiran	Rp 45 Rp 30 Rp 15	Per GT per Etmal Per GT/Etmal Per GT/Etmal

Sumber : Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2015 (diolah kembali)

Lamanya waktu pelayanan kapal yang diberikan oleh pelabuhan secara keseluruhan akan sangat mempengaruhi operasional kapal, yaitu frekuensi kapal yang dihasilkan dalam satu tahun untuk setiap rute yang dilayani.

Variabel lain yang mampu mempengaruhi operasional di pelabuhan adalah produktivitas alat bongkar muat dan jumlahnya. Sebagai contoh bahwa semakin tinggi produktivitas bongkar muat yang digunakan akan semakin cepat waktu kapal sandar di pelabuhan, dan hal ini juga bergantung pada kapasitas muatan yang akan dibongkar maupun dimuat ke kapal. Dalam penelitian ini kapal yang digunakan adalah kapal tangki maka produktivitas bongkar muat sangat dipengaruhi oleh diameter pipa. Adapun produktivitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengacu pada pipa yang digunakan di dermaga bongkar dengan diameter 10 inch.

Variabel lain yang mempengaruhi operasional pelabuhan adalah biaya penanganan muatan. Dalam penelitian ini biaya penanganan muatan mengacu pada Pelindo 3 Cabang Benoa. Seperti Tabel 5-6.

Tabel 5- 8 Tarif Muatan Curah Cair

Jasa Pelayanan Barang (per ton)		
jasa Dermaga	Rp	5.200
handling	Rp	7.400
Jumlah	Rp	12.600

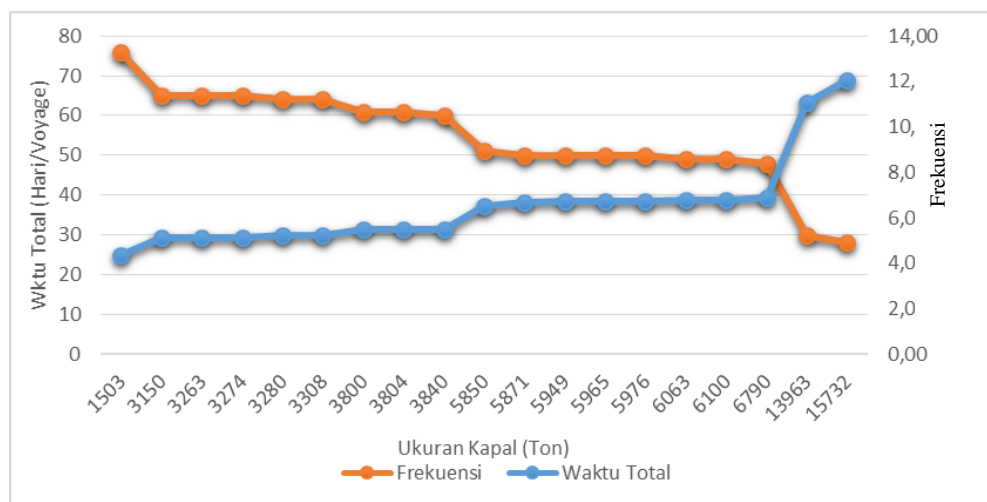
Sumber: Pelindo 3 cabang Benoa (*diolah kembali*)

Dari Tabel 5-8 dapat dilihat adanya komponen jasa dermaga dan *handling* sebagai pembentuk tarif muatan curah cair.

### 5.3 Hubungan Waktu Total dan Frekuensi Layanan

Lamanya waktu operasional kapal untuk melayani rute sesuai skenario yang telah dibuat akan sangat menentukan banyaknya jumlah frekuensi yang dapat dilayani kapal dalam satu tahun. Sebagai contoh perbandingan waktu total dan frekuensi layanan pada rute CilacaP – DPPU Ngurah Rai bahwa semakin banyak waktu total yang dibutuhkan untuk satu kali *roundtrip*, maka frekuensi layanan kapal akan semakin sedikit. hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

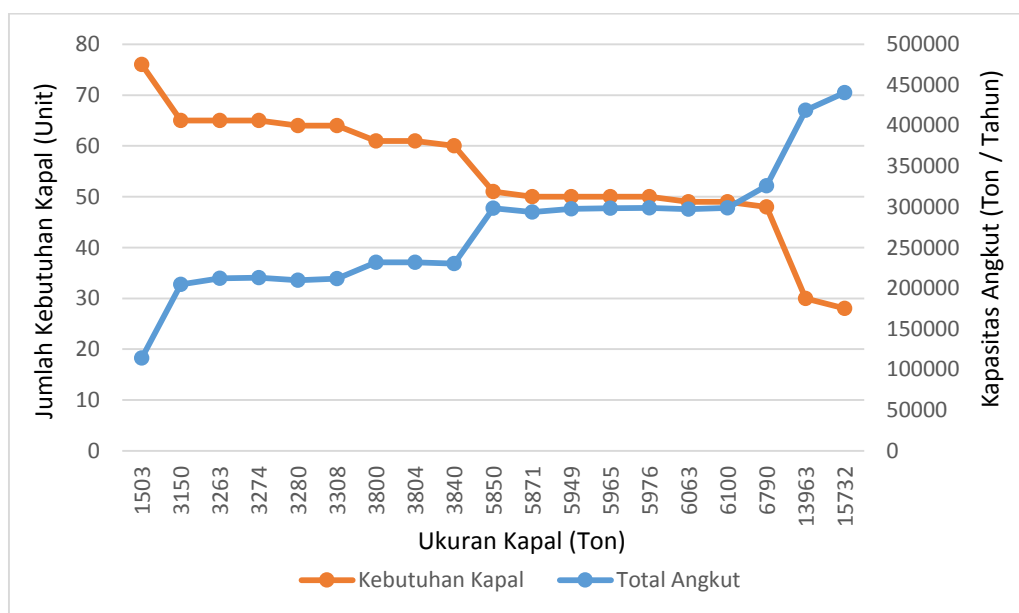
Waktu total operasional kapal terdiri dari *sea time* dan *port time*. Waktu utama *sea time* adalah kecepatan dinas dan jarak tempuh dari rute yang dilalui, sedangkan untuk *port time* ditentukan oleh lamanya waktu tunggu layanan kapal dan barang, kecepatan bongkar muat dan total volume petikemas yang dibongkar dan dimuat.



Gambar 5- 4 Hubungan Waktu Total dan Frekuensi Layanan Kapal

Gambar 5-4 menunjukkan ukuran kapal yang lebih kecil memiliki total waktu layanan yang lebih pendek (*hari/roundtrip*), sehingga frekuensi layanannya lebih banyak bila dibandingkan dengan kapal yang lebih besar, namun untuk ukuran kapal dengan payload 1503 Ton memiliki waktu total per *roundtrip* lebih cepat dan jumlah frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan ukuran kapal dengan payload 15732 ton. Hal ini disebabkan oleh penggunaan alat bongkar muat yang sama, sehingga semakin besar payload maka waktu total operasional semakin banyak dan frekuensisedikit.

#### 5.4 Hubungan Kapasitas Angkut dan Tingkat Kebutuhan Kapal



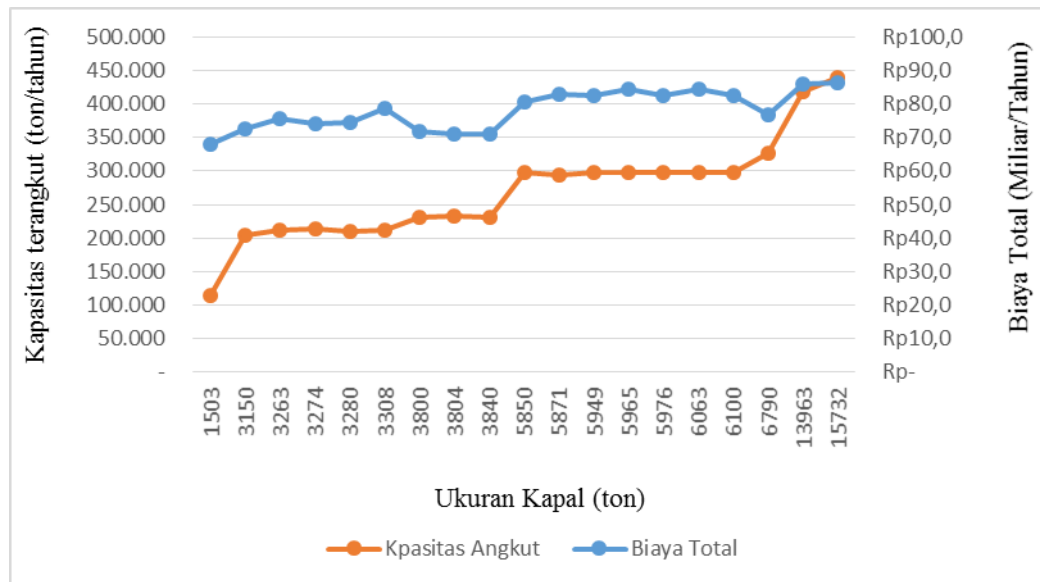
Gambar 5- 5 Hubungan Kapasitas Angkut dan Tingkat Kebutuhan Kapal

Kapasitas angkut kapal merupakan kemampuan kapal dalam membawa muatan, kapasitas angkut terdiri dari kapasitas terpasang dan kapasitas terpakai, Kapasitas angkut terpasang merupakan kapasitas angkut maksimum berdasarkan desain kapal, sedangkan kapasitas terpakai merupakan kapasitas yang digunakan dalam membawa muatan selama kapal beroperasi. Faktor utama yang mempengaruhi kapasitas angkut kapal adalah ukuran kapal itu sendiri, semakin besar ukuran kapal maka semakin besar kapasitas angkutnya dan sebaliknya untuk kapal dengan ukuran yang kecil.

Kapasitas angkut dalam satu tahun untuk masing-masing kapal juga ditentukan oleh operasional kapal yaitu jarak tempuh antar pelabuhan, dan kegiatan bongkar muat di pelabuhan. Gambar 5-5 merupakan contoh hubungan antara kapasitas kapal dan tingkat kebutuhan kapal pada rute dari kilang Cilacap ke DPPU Ngurah Rai dengan jumlah kapal satu

unit. Dari gambar 5-5 terlihat bahwa untuk kapal ukuran 15.732 membutuhkan kebutuhan kapal lebih sedikit bisa mengangkut lebih banyak dibandingkan dengan ukuran kapal 1.503 ton. Ukuran kapal dan tingkat kebutuhan kapal dalam melayani rute terpilih nantinya akan signifikan memengaruhi biaya total transportasi secara keseluruhan.

### 5.5 Hubungan Biaya Total dan Kapasitas angkut



Gambar 5- 6 Hubungan Kapasitas Angkut dan Biaya Total

Seperti yang terlihat pada Gambar 5-6, semakin besar ukuran kapal yang digunakan untuk melayani rute, semakin besar pula biaya yang dikeluarkan. Penggunaan satu unit kapal dengan kapasitas muatan 15732 ton memang lebih optimum dari segi muatan terangkut dan biaya total. Namun dalam penelitian ini belum bisa dikatakan mempunyai biaya minimum, karena penggunaan satu unit kapal dengan ukuran sekian belum mampu memenuhi semua permintaan sehingga perlu tambahan kapal lagi untuk pemenuhan permintaan avtur. Adanya tambahan kapal tersebut membuat kapal dengan kapasitas muatan 15.732 ton belum mencapai biaya minimum. Dari Gambar 5-6 juga dapat disimpulkan bahwa untuk memenuhi permintaan bahan bakar avtur dalam penelitian ini minimal akan menggunakan 2 unit kapal.

### 5.6 Analisis Kombinasi

Dalam penelitian ini kombinasi digunakan untuk menggabungkan semua alternatif ukuran kapal guna mendapatkan gabungan alternatif ukuran kapal mana yang dapat memenuhi semua permintaan dengan biaya transportasi laut paling minimum. Untuk pemenuhan permintaan sendiri kombinasi tersebut dibagi menjadi 4 skenario seperti pada bab 3.1.

Dalam memenuhi permintaan tersebut akan muncul beragam kemungkinan pola rute yang akan terbentuk. Namun dalam penelitian ini hanya melakukan distribusi dengan pola *port to port*. Adapun pola rute distribusi dari masing-masing kriteria dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5- 9 Pola Rute Distribusi Bahan Bakar Avtur DPPU Ngurah Rai

Skenario	Asal Kilang	Jarak Total (Mil Laut)	Permintaan Avtur (Ton)	Proporsi Pemenuhan Permintaan
Skenario 1	Cilacap	419	622.047	100%
	Balikpapan	495		0%
Skenario 2	Cilacap	419		75%
	Balikpapan	495		25%
Skenario 3	Cilacap	419		50%
	Balikpapan	495		50%
Skenario 4	Cilacap	419		25%
	Balikpapan	495		75%

Sumber: PT Pertamina (*diolah kembali*)

Jarak total tersebut pada Tabel 5-9 merupakan akumulasi dari jarak dalam memenuhi permintaan. Sebagai contoh bahwa untuk rute dengan asal Cilacap dan tujuan DPPU Ngurah Rai, dimana kapal akan melakukan kegiatan muat di Kilang Cilacap untuk dibongkar di DPPU Ngurah Rai dan tiba kembali ke Kilang untuk muat lagi.

## 5.7 Hasil Kombinasi Alternatif ukuran Kapal

Kombinasi digunakan dalam pemilihan armada kapal dengan mempertimbangkan jarak, waktu dan ukuran kapal. kemudian dilakukan seleksi alternatif ukuran manakah yang dapat memenuhi permintaan (622.047 Ton) yang kemudian dilakukan kombinasi dari alternatif ukuran kapal terpilih dengan memperhatikan berbagai batasan dan komponen-komponen biaya yang muncul. Dengan kata lain, kombinasi ukuran kapal terpilih jika mampu memenuhi permintaan dan minimum biaya total.

Tabel 5- 10 Hasil Kombinasi Ukuran Kapal dari Semua Skenario

Skenario	Asal Suplai (Kilang)	Jumlah Kapal (Unit)	Ukuran Kapal	DWT (Ton)	Frekuensi (per Tahun)	Kapasitas Angkut (Ton/Tahun)	Biaya Total (Miliar/tahun)	Roundtrip (Hari)
Skenario 1	Cilacap	1	Kapal 17	7.544	48	325.920	Rp76,9	7
		1	Kapal 17	7.544	48	325.920	Rp76,9	7
Skenario 2	Cilacap	1	Kapal 19	17.480	28	440.496	Rp86,4	12
	Balikpapan	1	Kapal 2	3.500	59	185.850	Rp73,2	6
Skenario 3	Balikpapan	1	Kapal 17	7.544	45	305.550	Rp78,3	7
	Cilacap	1	Kapal 17	7.544	48	325.920	Rp76,9	7
Skenario 4	Balikpapan	1	Kapal 17	7.544	45	305.550	Rp78,3	7
		1	Kapal 8	4.226	55	209.220	Rp71,6	6
	Cilacap	1	Kapal 9	4.266	60	230.400	Rp70,9	6

Dari tabel diatas dapat diketahui ketika pemenuhan permintaan harus dari satu kilang maka kilang yang melakukan suplai adalah kilang Cilacap dengan menggunakan 2 unit kapal ukuran DWT 7544 Ton. Sedangkan jika pemenuhan permintaan harus dari 2 kilang maka proporsi pemenuhan permintaan dari masing-masing kilang adalah 50% dari permintaan DPPU Ngurah Rai. Pemenuhan tersebut menggunakan 2 unit kapal dengan ukuran yang sama yaitu dengan DWT 7544 Ton dengan pola operasi satu unit kapal menyuplai dari kilang Cilacap dan satunya lagi dari kilang Balikpapan.

Dalam penelitian ini skenario 2 dan 3 tidak digunakan karena peneliti hanya melakukan distribusi avtur ke satu wilayah dan produktivitas Bongkar yang digunakan dalam ini adalah sama semua untuk jenis kapal. Skenario 2 tidak digunakan karena ketika menggunakan skenario 2 kapal yang digunakan adalah kapal terbesar yang mempunyai kapasitas muatan hampir sama dengan kapasitas tangki timbun dan membutuhkan waktu lama untuk melakukan bongkar sehingga ketika dilakukan penjadwalan akan terjadi kekosongan. Untuk skenario 3 tidak digunakan karena dalam penelitian ini hanya melakukan distribusi pemenuhan bahan bakar avtur DPPU Ngurah Rai, Bali dengan batasan minimum biaya total. Sedangkan skenario 3 terpilih 3 unit kapal untuk memenuhi permintaan padahal menggunakan 2 unit kapal sudah bisa memenuhi permintaan dengan biaya yang lebih sedikit.

## 5.8 Analisis Penjadwalan

Langkah awal dalam penentuan pola operasi kapal atau penjadwalan distribusi bahan bakar avtur adalah melakukan perhitungan safety stock. Dimana safety stock merupakan persediaan pengaman, yaitu persediaan tambahan yang diadakan untuk mengantisipasi atau

menjaga kemungkinan bila terjadinya kekurangan atau kehabisan bahan baku. Adapun persediaan pengaman dalam penjadwalan adalah 2000 ton avtur. Angka tersebut setara dengan 1 hari dari kebutuhan rata-rata dalam setahun. Jadi tangki timbun harus terisi kembali sebelum persediaan mencapai 2000 ton.

Penjadwalan dilakukan dengan menyinkronkan dari detail permintaan kebutuhan avtur di DPPU Ngurah Rai dengan frekuensi kedatangan kapal dengan mempertimbangkan kapasitas tangki timbun di DPPU Ngurah Rai. Adapun ukuran kapal terpilih yang digunakan dalam melakukan distribusi bahan bakar avtur baik dari satu kilang maupun kedua kilang adalah 2 unit kapal dengan ukuran DWT 7544 Ton.

Berdasarkan rute operasi kapal yaitu dari kilang ke DPPU Ngurah rai, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suplai avtur adalah setiap 7 hari sekali dari masing-masing rute. Namun karena terbatasnya kapasitas tangki timbun maka kapal tidak harus melakukan pengisian bahan bakar avtur setiap 7 hari sekali. Berikut adalah contoh penjadwalan dari kilang Cilacap ke DPPU Ngurah Rai dengan 2 unit Kapal ukuran DWT 7544 Ton seperti pada Tabel 5-11.

	Payload (ton)
Kapal 17	6.790
Kapal 17	6.790

Kapasitas Penyimpanan  
15.840 ton



Tabel 5- 11 Penjadwalan Operasi Kapal Bulan Januari 2018

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
1	1	31/12/2017	6.790	6.790	
		01/01/2018		5.040	1.750
		02/01/2018		3.291	1.750
		03/01/2018	6.790	8.331	1.750
		04/01/2018		6.581	1.750
		05/01/2018		4.831	1.750
2	2	06/01/2018		3.082	1.750
		07/01/2018	6.790	8.122	1.750
		08/01/2018		6.372	1.750
		09/01/2018		4.622	1.750
		10/01/2018	6.790	9.663	1.750
		11/01/2018		7.913	1.750
3	3	12/01/2018		6.163	1.750
		13/01/2018		4.414	1.750
		14/01/2018	6.790	9.454	1.750
		15/01/2018		7.704	1.750
		16/01/2018		5.954	1.750
		17/01/2018	6.790	10.995	1.750
4	4	18/01/2018		9.245	1.750
		19/01/2018		7.495	1.750
		20/01/2018		5.746	1.750
		21/01/2018	6.790	10.786	1.750
		22/01/2018		9.036	1.750
		23/01/2018		7.286	1.750
5	5	24/01/2018	6.790	12.327	1.750
		25/01/2018		10.577	1.750
		26/01/2018		8.827	1.750
		27/01/2018		7.077	1.750
		28/01/2018	6.790	12.118	1.750
		29/01/2018		10.368	1.750
		30/01/2018		8.618	1.750
		31/01/2018	6.790	13.659	1.750

Tabel 5- 12 Penjadwalan Operasi Kapal Bulan Februari 2018

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		31/01/2018		13.659	
		01/02/2018		12.018	1.641
		02/02/2018		10.377	1.641
		03/02/2018		8.737	1.641
5		04/02/2018	6.790	13.886	1.641
		05/02/2018		12.246	1.641
		06/02/2018		10.605	1.641
	6	07/02/2018	6.790	15.755	1.641
		08/02/2018		14.114	1.641
		09/02/2018		12.474	1.641
		10/02/2018		10.833	1.641
		11/02/2018		9.193	1.641
6		12/02/2018	6.790	14.342	1.641
		13/02/2018		12.702	1.641
		14/02/2018		11.061	1.641
		15/02/2018		9.421	1.641
	7	16/02/2018	6.790	14.570	1.641
		17/02/2018		12.929	1.641
		18/02/2018		11.289	1.641
		19/02/2018		9.648	1.641
7		20/02/2018	6.790	14.798	1.641
		21/02/2018		13.157	1.641
		22/02/2018		11.517	1.641
		23/02/2018		9.876	1.641
	8	24/02/2018	6.790	15.026	1.641
		25/02/2018		13.385	1.641
		26/02/2018		11.745	1.641
		27/02/2018		10.104	1.641
8		28/02/2018	6.790	15.254	1.641

## **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ketika pemenuhan permintaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai hanya dari satu kilang (skenario 2). Maka harus dilakukan dari kilang Cilacap menggunakan 2 unit kapal ukuran DWT 7544.
2. Ketika pemenuhan permintaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai harus dari dua kilang maka proporsi pembagian pemenuhan permintaan bahan bakar avtur adalah 50% dari kilang Cilacap dan 50% dari kilang Balikpapan (skenario 3) maka terpilih 2 unit kapal ukuran DWT 7544. Satu unit kapal dioperasikan dari kilang Cilacap dan unit kapalsatunya dari kilang Balikpapan.
3. Pemenuhan permintaan bahan bakar avtur DPPU Ngurah Rai dari dua kilang dengan proporsi pembagian 75% dari kilang Cilacap dan 25% dari kilang Balikpapan (skenario 2) terpilih satu unit kapal yang dioperasikan dari kilang Cilacap menggunakan kapal tangki dengan ukuran DWT 17480. Satu unit kapal dari kilang Balikpapan menggunakan kapal dengan DWT 3500.
4. Pemenuhan permintaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai dari dua kilang dengan proporsi pembagian 75% dari kilang Balikpapan dan 25% dari Cilacap (skenario 4) terpilih 3 unit kapal. dua unit kapal dioperasikan dari kilang Balikpapan dengan ukuran DWT 7544 dan DWT 4226. Serta satu unit kapal tangki dari kilang Cilacap dengan DWT 4266.
5. Skenario 2 tidak memungkinkan untuk dipakai karena ukuran kapasitas muatan kapal yang hampir setara dengan kapasitas tangki timbun di DPPU Ngurah Rai karena ketika dilakukan simulasi penjadwalan, skenario tersebut tidak dapat memenuhi permintaan bahan bakar avtur di DPPU Ngurah Rai.
6. Penjadwalan pola operasi kapal dilakukan menggunakan kapal terpilih, yaitu kapal dengan DWT 7544 dari skenario 1 dan 3 membutuhkan waktu untuk melakukan suplai avtur adalah setiap 7 hari sekali.
7. Persediaan pengaman untuk penjadwalan adalah 2000 Ton

## **6.2 Saran**

### **6.2.1 Penelitian ke depan**

- Diperlukan kajian lebih lanjut untuk penggunaan kapal dengan DWT 17.540 Ton atau kapal yang mempunyai kapasitas angkut sesuai dengan kapasitas tangki timbun DPPU Ngurah Rai karena pipa yang digunakan untuk menyalurkan avtur ke tangki timbun belum bisa maksimal ketika kedatangan kapal dengan ukuran tersebut.

### **6.2.2 Industri DPPU Ngurah Rai**

- DPPU Ngurah Rai perlu melakukan kajian mengenai fasilitas pipa penyalur avtur dari dermaga bongkar ke tangki timbun DPPU Ngurah Rai

## DAFTAR PUSTAKA

- Hardadi, R. (2015). *Kondisi Pasokan dan Permintaan BBM di Indonesia dan Upaya Pertamina dalam Pemenuhan kebutuhan Nasional*. Jakarta: PT Pertamina.
- international Safety Guide for Inland Navigation Tank Barges and Terminals. (2010).
- Keller, G. (2012). *Statistics for Management and Economics*. Chicago.
- Nugraha. (2014). *Perkiraan Kebutuhan Depo Pengisian Avtur Pesawat Udara di Indonesia*. Jakarta.
- Nugroho, A. (2015). *Statistik Transportasi Udara dan Laut Provinsi Bali 2015*. Denpasar: BPS Provinsi Bali.
- Nugroho, A. (2016). *Statistik Transportasi Udara dan Laut Provinsi Bali 2016*. Denpasar: BPS Provinsi Bali.
- Pemerintah. (2015). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2015*. Jakarta.
- Pertamina, D. P. (2011). *Kegiatan Operasi Kilang Pengolahan*. Jakarta: PT Pertamina.
- Pratidina, N. L. (2012). *Model Pengukuran Kinerja Logistik: Tinjauan Sektor Transportasi Laut*. Surabaya: Teknik Transportasi Kelautan ITS.
- Siregar, P. (2014). *Statistik Transportasi Udara dan Laut Provinsi Bali 2014*. Denpasar: BPS Provinsi Bali.
- Suwidita, I. G. (2014). *Dokumen Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan*. Denpasar: DPPU Ngurah Rai.
- Wikipedia. (2017). *Bandar Udara Internasional Ngurah Rai*. Denpasar.

## **LAMPIRAN**

Lampiran 1– Data Kapal

Lampiran 2 – Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar Avtur

Lampiran 3 – Penentuan Skenario

Lampiran 4 – Hasil Skenario 1

Lampiran 5 – Hasil Skenario 2

Lampiran 6 – Hasil Skenario 3

Lampiran 7 – Hasil Skenario 4

Lampiran 8 – Penjadwalan

# Lmpiran 1 – Data Kapal

Tipe Kapal	Kapal	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	H (m)	T (m)	DWT (ton)	Payload (ton)	GT	VS (knot)	ME (KW)	AE (KW)
Small Tanker I	Kapal 1	66	62	13,8	5,5	4	1669	1503	1487	11,3	1104	180
	Kapal 2	89,8	84	15	7	5	3500	3150	2660	12	1472	281
	Kapal 3	90	84,58	15,2	7,2	5,012	3625	3263	2848	12,3	1620	398
	Kapal 4	90	84	15,2	7,2	5,012	3637	3274	2938	12,3	1620	310
	Kapal 5	90	84,66	15,2	7,2	5,012	3644	3280	2938	11,9	1472	398
	Kapal 6	90	84	15,2	7,2	5	3675	3308	2965	12	1619	560
	Kapal 7	89,8	84	15	7	5	4222	3800	2621	12	1472	265
	Kapal 8	89,8	84	15,02	7,07	5	4226	3804	2660	12	1472	221
	Kapal 9	89,8	84,41	15,02	7,07	5,07	4266	3840	2660	12	1472	221
Small Tanker II	Kapal 10	105	99	18,8	8,5	6	6500	5850	4731	12,5	2575	393
	Kapal 11	108	102,56	19,2	9,3	6	6523	5871	5570	12	2762	426
	Kapal 12	105	99	18,8	9,5	6	6609	5949	5143	12	2575	479
	Kapal 13	105	99	18,8	9,5	6	6627	5965	5271	12	2575	580
	Kapal 14	105	99	18,8	9,5	6	6640	5976	5256	12	2575	459
	Kapal 15	108	102	19,2	9,3	6	6736	6063	5573	12	2761	535
	Kapal 16	108	102,56	19,2	9,3	6	6777	6100	5570	12	2760	421
	Kapal 17	105	99	18	8	6	7544	6790	4731	13,3	2575	262
General Purpose	Kapal 18	149,21	140	24,6	11,8	7	15514	13963	11864	13	4531	479
	Kapal 19	154	150	25,83	10,92	7,02	17480	15732	12450	13	4983	442

## Lampiran 2 – Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar Avtur

Keberangkatan Pesawat Terbang Bandara Internasional Ngurah Rai (Unit)				
bulan	2013		2014	
	Domestik	Internasional	Domestik	Internasional
januari	3123	2082	3537	2358
februari	2673	1782	2948	1966
maret	2964	1976	3136	2091
april	2880	1920	3181	2120
mei	3077	2051	3348	2232
juni	3138	2092	3246	2164
juli	3031	2020	3184	2123
agustus	3354	2236	3445	2297
september	3229	2153	3227	2152
oktober	3151	2100	3259	2173
november	3246	2164	3148	2099
desember	3520	2346	3383	2255
jumlah	37386	24922	39042	26030

Menghitung nilai tren dari masing-masing periode dengan persamaan  $y'(t) = a + b \cdot t$

tahun	bulan	periode (t)	Keberangkatan Pesawat (y)		$y'(t) = a + b \cdot t$	
			Domestik	Internasional	Domestik	Internasional
2013	Januari	1	3.123	2.082	3.012	2.007
	Februari	2	2.673	1.782	3.027	2.018
	Maret	3	2.964	1.976	3.042	2.028
	April	4	2.880	1.920	3.057	2.038
	Mei	5	3.077	2.051	3.072	2.048
	Juni	6	3.138	2.092	3.087	2.058
	Juli	7	3.031	2.020	3.102	2.068
	Agustus	8	3.354	2.236	3.117	2.078
	September	9	3.229	2.153	3.132	2.088
	Oktober	10	3.151	2.100	3.147	2.098
	November	11	3.246	2.164	3.162	2.108
	Desember	12	3.520	2.346	3.177	2.118
2014	Januari	13	3.537	2.358	3.192	2.128
	Februari	14	2.948	1.966	3.207	2.138
	Maret	15	3.136	2.091	3.222	2.148
	April	16	3.181	2.120	3.237	2.158
	Mei	17	3.348	2.232	3.252	2.168
	Juni	18	3.246	2.164	3.267	2.178
	Juli	19	3.184	2.123	3.282	2.188
	Agustus	20	3.445	2.297	3.297	2.198
	September	21	3.227	2.152	3.312	2.208



	Oktober	22	3.259	2.173	3.327	2.218
	November	23	3.148	2.099	3.342	2.228
	Desember	24	3.383	2.255	3.358	2.239
Jumlah		300	76.428	50.952		

Menghitung Rasio Antara Frekuensi Penerbangan real dengan Nilai hasil perhitungan Tren				
bulan	Tahun 2013		Tahun 2014	
	Domestik	Internasional	Domestik	Internasional
januari	1,0370	1,0371	1,1081	1,1081
februari	0,8832	0,8833	0,9192	0,9195
maret	0,9745	0,9746	0,9733	0,9734
april	0,9422	0,9423	0,9827	0,9823
mei	1,0017	1,0016	1,0295	1,0294
juni	1,0166	1,0167	0,9935	0,9935
juli	0,9772	0,9769	0,9701	0,9702
agustus	1,0761	1,0761	1,0448	1,0449
september	1,0310	1,0312	0,9742	0,9745
oktober	1,0013	1,0010	0,9794	0,9795
november	1,0266	1,0266	0,9418	0,9419
desember	1,1080	1,1077	1,0076	1,0074

Indeks Musiman Keberangkatan Pesawat dari Bandara Ngurah Rai dicari dengan menghitung rata-rata dari perhitungan rasio pada bulan yang sama di setiap tahun

Bulan	Indeks	
	Domestik	Internasional
Januari	1,0725	1,0726
Februari	0,9012	0,9014
Maret	0,9739	0,9740
April	0,9624	0,9623
Mei	1,0156	1,0155
Juni	1,0051	1,0051
Juli	0,9736	0,9735
Agustus	1,0604	1,0605
September	1,0026	1,0028
Oktober	0,9904	0,9903
November	0,9842	0,9842
Desember	1,0578	1,0575

Perkiraan Keberangkatan Pesawat di Bandara Ngurah Rai pada Tahun 2018. Dicari dengan perkalian dari nilai tren dari periode yang diinginkan dengan indeks musiman tiap bulan.						
Tahun	Bulan	Periode (t)	Nilai Tren $y'(t)$		Keberangkatan Pesawat	
			Domestik	Internasional	Domestik	Internasional
2018	Januari	61	3.914	2.610	4199	2800
	Februari	62	3.929	2.620	3541	2362
	Maret	63	3.944	2.630	3842	2562
	April	64	3.959	2.640	3811	2541
	Mei	65	3.974	2.650	4037	2692
	Juni	66	3.989	2.660	4010	2674
	Juli	67	4.004	2.671	3899	2600
	Agustus	68	4.019	2.681	4263	2843
	September	69	4.034	2.691	4046	2699
	Oktober	70	4.050	2.701	4011	2675
	November	71	4.065	2.711	4001	2668
	Desember	72	4.080	2.721	4316	2878
Jumlah					47976	31994

Proporsi Permintaan Avtur	
Domestik	Internasional
40%	60%
1.680	1.680
1.416	1.417
1.537	1.537
1.524	1.525
1.615	1.615
1.604	1.604
1.560	1.560
1.705	1.706
1.618	1.619
1.604	1.605
1.600	1.601
1.726	1.727
19.190	19.196

Penerbangan Domestik			
Tipe Pesawat	Airbus A320	Boeing 737	ATR
Kapasitas Tangki (L)	26730	26025	6250
Proporsi kegunaan	45%	50%	5%

Penerbangan Internasional			
Tipe Pesawat	Airbus A320	Boeing 737	Airbus A330
Kapasitas Tangki (L)	26730	26025	139090
Proporsi kegunaan	45%	45%	10%

40%	30%	30%	50%	25%	25%	50%	25%	25%	Total Permintaan Avtur
Permintaan domestik									
Airbus A320			Boeing 737			ATR			
100%	50%	25%	100%	50%	25%	100%	50%	25%	
8.081.227	3.030.460	1.515.591	10.927.898	2.731.974	1.365.987	262.438	78.731	39.366	28.033.672
6.814.867	2.555.575	1.278.509	9.215.453	2.303.863	1.382.318	221.313	66.394	33.197	23.871.488
7.394.160	2.772.810	1.386.766	9.998.805	2.499.701	1.499.821	240.125	72.038	36.019	25.900.243
7.334.498	2.750.437	1.375.399	9.918.128	2.479.532	1.487.719	238.188	71.456	35.728	25.691.084
7.769.449	2.913.543	1.457.132	10.506.293	2.626.573	1.575.944	252.313	75.694	37.847	27.214.787
7.717.486	2.894.057	1.447.389	10.436.025	2.609.006	1.565.404	250.625	75.188	37.594	27.032.773
7.503.859	2.813.947	1.407.335	10.147.148	2.536.787	1.522.072	243.688	73.106	36.553	26.284.495
8.204.399	3.076.650	1.538.866	11.094.458	2.773.614	1.664.169	266.438	79.931	39.966	28.738.490
7.786.770	2.920.039	1.460.921	10.529.715	2.632.429	1.579.457	252.875	75.863	37.931	27.276.000
7.719.410	2.894.779	1.447.931	10.438.628	2.609.657	1.565.794	250.688	75.206	37.603	27.039.695
7.700.165	2.887.562	1.444.142	10.412.603	2.603.151	1.561.890	250.063	75.019	37.509	26.972.102
8.306.401	3.114.900	1.557.811	11.232.390	2.808.098	1.684.859	269.750	80.925	40.463	29.095.596
92.332.691	34.624.759	17.317.792	124.857.540	31.214.385	18.455.434	2.998.500	899.550	449.775	323.150.425

40%	30%	30%	40%	30%	30%	40%	30%	30%	Total Permintaan Avtur
Permintaan domestik Internasional									
Airbus A320			Boeing 737			ATR			
100%	50%	25%	100%	50%	25%	100%	50%	25%	
8.083.152	3.031.182	1.752.534	7.869.960	2.951.235	1.475.618	9.346.848	3.505.068	1.752.534	39.768.131
6.818.716	2.557.019	1.478.388	6.638.873	2.489.578	1.244.789	7.884.734	2.956.775	1.478.388	33.547.259
7.396.084	2.773.532	1.603.569	7.201.013	2.700.380	1.350.190	8.552.366	3.207.137	1.603.569	36.387.839
7.335.460	2.750.798	1.590.425	7.141.989	2.678.246	1.339.123	8.482.265	3.180.849	1.590.425	36.089.578
7.771.373	2.914.265	1.684.936	7.566.404	2.837.402	1.418.701	8.986.327	3.369.873	1.684.936	38.234.217
7.719.410	2.894.779	1.673.670	7.515.812	2.818.429	1.409.215	8.926.240	3.347.340	1.673.670	37.978.565
7.505.784	2.814.669	1.627.353	7.307.820	2.740.433	1.370.216	8.679.216	3.254.706	1.627.353	36.927.550
8.207.286	3.077.732	1.779.448	7.990.820	2.996.558	1.498.279	9.490.389	3.558.896	1.779.448	40.378.855
7.791.581	2.921.843	1.689.318	7.586.079	2.844.780	1.422.390	9.009.694	3.378.635	1.689.318	38.333.637
7.722.297	2.895.861	1.674.296	7.518.623	2.819.483	1.409.742	8.929.578	3.348.592	1.674.296	37.992.768
7.702.089	2.888.283	1.669.915	7.498.948	2.812.105	1.406.053	8.906.211	3.339.829	1.669.915	37.893.347
8.308.326	3.115.622	1.801.355	8.089.195	3.033.448	1.516.724	9.607.224	3.602.709	1.801.355	40.875.957
92.361.559	34.635.585	20.025.205	89.925.536	33.722.076	16.861.038	106.801.091	40.050.409	20.025.205	454.407.703

Peramalan Permintaan Bahan Bakar Avtur Berdasarkan Keberangkatan Pesawat di Ngurah Rai Tahun 2018				
Tahun	Bulan	Total Permintaan (liter)	Total Permintaan (kg)	Total Permintaan (Ton)
2018	Januari	67.801.803	54.241.442	54.241
	Februari	57.418.747	45.934.997	45.935
	Maret	62.288.083	49.830.466	49.830
	April	61.780.663	49.424.530	49.425
	Mei	65.449.004	52.359.203	52.359
	Juni	65.011.338	52.009.070	52.009
	Juli	63.212.044	50.569.635	50.570
	Agustus	69.117.345	55.293.876	55.294
	September	65.609.637	52.487.709	52.488
	Oktober	65.032.463	52.025.970	52.026
	November	64.865.449	51.892.359	51.892
	Desember	69.971.553	55.977.242	55.977
Jumlah		777.558.128	622.046.502	622.047

### Lampiran 3 – Penentuan Skenario

Permintaan Avtur		
Tahun	Bulan	Permintaan (ton)
2018	Januari	54.241
	Februari	45.935
	Maret	49.830
	April	49.425
	Mei	52.359
	Juni	52.009
	Juli	50.570
	Agustus	55.294
	September	52.488
	Oktober	52.026
	November	51.892
	Desember	55.977
Jumlah		622.047

Kapasitas Suplai		
Nama Kilang	produksi (KL/thn)	produksi (ton/tahun)
Cilacap	1.770.000	1.416.000
Balikpapan	730.000	584.000

Skenario Pemenuhan Avtur DPPU  
Ngurah Rai

No	Kilang Cilacap	Kilang Balikpapan
1	100%	0%
2	75%	25%
3	50%	50%
4	25%	75%

## Lampiran 4 – Hasil Skenario 1

Rekapitulasi Biaya Total Transportasi Laut untuk Kombinasi Ukuran Kapal dalam Memenuhi Permintaan Avtur Sesuai dengan Skenario 1																			
	kapal 1	kapal 2	kapal 3	kapal 4	kapal 5	kapal 6	kapal 7	kapal 8	kapal 9	kapal 10	kapal 11	kapal 12	kapal 13	kapal 14	kapal 15	kapal 16	kapal 17	kapal 18	kapal 19
kapal 1																			
kapal 2																			Rp159,0
kapal 3																			Rp162,2
kapal 4																		Rp160,0	Rp160,7
kapal 5																		Rp160,5	Rp161,1
kapal 6																		Rp164,6	Rp165,2
kapal 7																		Rp157,8	Rp158,4
kapal 8																		Rp157,0	Rp157,7
kapal 9																		Rp156,7	Rp157,4
kapal 10										Rp161,5	Rp163,8	Rp163,5	Rp165,3	Rp163,2	Rp165,3	Rp163,4	Rp157,6	Rp166,6	Rp167,2
kapal 11										Rp163,8	Rp166,0	Rp165,7	Rp167,5	Rp165,4	Rp167,6	Rp165,6	Rp159,9	Rp168,8	Rp169,5
kapal 12										Rp163,5	Rp165,7	Rp165,4	Rp167,2	Rp165,1	Rp167,3	Rp165,3	Rp159,6	Rp168,5	Rp169,2
kapal 13										Rp165,3	Rp167,5	Rp167,2	Rp169,1	Rp166,9	Rp169,1	Rp167,2	Rp161,4	Rp170,3	Rp171,0
kapal 14										Rp163,2	Rp165,4	Rp165,1	Rp166,9	Rp164,8	Rp167,0	Rp165,0	Rp159,3	Rp168,2	Rp168,9
kapal 15										Rp165,3	Rp167,6	Rp167,3	Rp169,1	Rp167,0	Rp169,1	Rp167,2	Rp161,5	Rp170,4	Rp171,1
kapal 16										Rp163,4	Rp165,6	Rp165,3	Rp167,2	Rp165,0	Rp167,2	Rp165,2	Rp159,5	Rp168,4	Rp169,1
kapal 17										Rp157,6	Rp159,9	Rp159,6	Rp161,4	Rp159,3	Rp161,5	Rp159,5	Rp153,8	Rp162,7	Rp163,4
kapal 18				Rp160,0	Rp160,5	Rp164,6	Rp157,8	Rp157,0	Rp156,7	Rp166,6	Rp168,8	Rp168,5	Rp170,3	Rp168,2	Rp170,4	Rp168,4	Rp162,7	Rp171,6	Rp172,3
kapal 19		Rp159,0	Rp162,2	Rp160,7	Rp161,1	Rp165,2	Rp158,4	Rp157,7	Rp157,4	Rp167,2	Rp169,5	Rp169,2	Rp171,0	Rp168,9	Rp171,1	Rp169,1	Rp163,4	Rp172,3	Rp173,0

## Lampiran 5 – Hasil Skenario 2

Rekapitulasi Biaya Total Transportasi Laut  
untuk Kombinasi Ukuran Kapal dalam  
Memenuhi Permintaan Avtur Sesuai  
dengan Skenario 2

	Asal Kilang Cilacap	
		kapal 19
Asal Kilang Balikpapan	kapal 2	Rp159,7
	kapal 3	Rp163,0
	kapal 4	Rp161,5
	kapal 5	Rp161,8
	kapal 6	Rp166,0
	kapal 7	Rp158,9
	kapal 8	Rp158,1
	kapal 9	Rp158,2
	kapal 10	Rp168,5
	kapal 11	Rp170,8
	kapal 12	Rp170,4
	kapal 13	Rp172,2
	kapal 14	Rp170,1
	kapal 15	Rp173,0
	kapal 16	Rp171,1
	kapal 17	Rp164,8
	kapal 18	Rp174,7
	kapal 19	Rp175,4

## Lampiran 6 – Hasil Skenario 3

Rekapitulasi Biaya Total Transportasi Laut untuk Kombinasi  
Ukuran Kapal dalam Memenuhi Permintaan Avtur Sesuai  
dengan Kriteria 3

	Asal Kilang Balikpapan			
		kapal 17	kapal 18	kapal 19
Asal Kilang Cilacap	kapal 10	Rp159,1	Rp169,0	Rp169,6
	kapal 11	Rp161,4	Rp171,3	Rp171,9
	kapal 12	Rp161,1	Rp171,0	Rp171,6
	kapal 13	Rp162,9	Rp172,8	Rp173,4
	kapal 14	Rp160,8	Rp170,7	Rp171,3
	kapal 15	Rp162,9	Rp172,8	Rp173,4
	kapal 16	Rp161,0	Rp170,9	Rp171,5
	kapal 17	Rp155,3	Rp165,2	Rp165,8
	kapal 18	Rp164,2	Rp174,1	Rp174,7
	kapal 19	Rp164,8	Rp174,7	Rp175,4



Lampiran 7 – Hasil Skenario 4

	2 Unit kapal dari Kilang Balikpapan				
	Kapal	Payload (Ton)	Biaya Total (miliar/tahun)	Muatan Total (Ton)	Terpenuhi
dari Cilacap	Kapal 2	3150	Rp222,5	719.520	TRUE
	Kapal 3	3263	Rp225,7	726.865	TRUE
	Kapal 4	3274	Rp224,2	727.580	TRUE
	Kapal 5	3280	Rp224,6	724.690	TRUE
	Kapal 6	3308	Rp228,7	726.482	TRUE
	Kapal 7	3800	Rp222,0	746.570	TRUE
	Kapal 8	3804	Rp221,2	746.814	TRUE
	Kapal 9	3840	Rp220,9	745.170	TRUE
	Kapal 10	5850	Rp230,8	813.120	TRUE
	Kapal 11	5871	Rp233,0	808.320	TRUE
	Kapal 12	5949	Rp232,7	812.220	TRUE
	Kapal 13	5965	Rp234,5	813.020	TRUE
	Kapal 14	5976	Rp232,4	813.570	TRUE
	Kapal 15	6063	Rp234,6	811.857	TRUE
	Kapal 16	6100	Rp232,6	813.670	TRUE
	Kapal 17	6790	Rp226,9	840.690	TRUE
	Kapal 18	13963	Rp235,8	933.660	TRUE
	Kapal 19	15732	Rp236,5	955.266	TRUE

## Lampiran 8 – Penjadwalan

Cilacap		Payload (ton)	Kapasitas Penyimpanan  15.840 ton
	Kapal 17	6.790	
	Kapal 17	6.790	

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
1		31/12/2017	6.790	6.790	
		01/01/2018		5.040	1.750
		02/01/2018		3.291	1.750
	1	03/01/2018	6.790	8.331	1.750
		04/01/2018		6.581	1.750
		05/01/2018		4.831	1.750
		06/01/2018		3.082	1.750
2		07/01/2018	6.790	8.122	1.750
		08/01/2018		6.372	1.750
		09/01/2018		4.622	1.750
	2	10/01/2018	6.790	9.663	1.750
		11/01/2018		7.913	1.750
		12/01/2018		6.163	1.750
		13/01/2018		4.414	1.750
3		14/01/2018	6.790	9.454	1.750
		15/01/2018		7.704	1.750
		16/01/2018		5.954	1.750
	3	17/01/2018	6.790	10.995	1.750
		18/01/2018		9.245	1.750
		19/01/2018		7.495	1.750
		20/01/2018		5.746	1.750
4		21/01/2018	6.790	10.786	1.750
		22/01/2018		9.036	1.750
		23/01/2018		7.286	1.750
	4	24/01/2018	6.790	12.327	1.750
		25/01/2018		10.577	1.750
		26/01/2018		8.827	1.750
		27/01/2018		7.077	1.750
5		28/01/2018	6.790	12.118	1.750
		29/01/2018		10.368	1.750
		30/01/2018		8.618	1.750
	5	31/01/2018	6.790	13.659	1.750

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		31/01/2018		13.659	
		01/02/2018		12.018	1.641
		02/02/2018		10.377	1.641
		03/02/2018		8.737	1.641
5		04/02/2018	6.790	13.886	1.641
		05/02/2018		12.246	1.641
		06/02/2018		10.605	1.641
	6	07/02/2018	6.790	15.755	1.641
		08/02/2018		14.114	1.641
		09/02/2018		12.474	1.641
		10/02/2018		10.833	1.641
		11/02/2018		9.193	1.641
6		12/02/2018	6.790	14.342	1.641
		13/02/2018		12.702	1.641
		14/02/2018		11.061	1.641
		15/02/2018		9.421	1.641
	7	16/02/2018	6.790	14.570	1.641
		17/02/2018		12.929	1.641
		18/02/2018		11.289	1.641
		19/02/2018		9.648	1.641
7		20/02/2018	6.790	14.798	1.641
		21/02/2018		13.157	1.641
		22/02/2018		11.517	1.641
		23/02/2018		9.876	1.641
	8	24/02/2018	6.790	15.026	1.641
		25/02/2018		13.385	1.641
		26/02/2018		11.745	1.641
		27/02/2018		10.104	1.641
8		28/02/2018	6.790	15.254	1.641

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		28/02/2018		15.254	
		01/03/2018		13.646	1.607
		02/03/2018		12.039	1.607
		03/03/2018		10.431	1.607
	9	04/03/2018	6.790	15.614	1.607
		05/03/2018		14.006	1.607
		06/03/2018		12.399	1.607
		07/03/2018		10.792	1.607
		08/03/2018		9.184	1.607
9		09/03/2018	6.790	14.367	1.607
		10/03/2018		12.759	1.607
		11/03/2018		11.152	1.607
		12/03/2018		9.544	1.607
	10	13/03/2018	6.790	14.727	1.607
		14/03/2018		13.119	1.607
		15/03/2018		11.512	1.607
		16/03/2018		9.905	1.607
10		17/03/2018	6.790	15.087	1.607
		18/03/2018		13.480	1.607
		19/03/2018		11.872	1.607
		20/03/2018		10.265	1.607
	11	21/03/2018	6.790	15.447	1.607
		22/03/2018		13.840	1.607
		23/03/2018		12.233	1.607
		24/03/2018		10.625	1.607
11		25/03/2018	6.790	15.808	1.607
		26/03/2018		14.200	1.607
		27/03/2018		12.593	1.607
		28/03/2018		10.985	1.607
		29/03/2018		9.378	1.607
	12	30/03/2018	6.790	14.561	1.607
		31/03/2018		12.953	1.607

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		31/03/2018		12.953	
		01/04/2018		11.306	1.647
		02/04/2018		9.658	1.647
12		03/04/2018	6.790	14.801	1.647
		04/04/2018		13.153	1.647
		05/04/2018		11.506	1.647
		06/04/2018		9.858	1.647
	13	07/04/2018	6.790	15.001	1.647
		08/04/2018		13.353	1.647
		09/04/2018		11.706	1.647
		10/04/2018		10.058	1.647
13		11/04/2018	6.790	15.201	1.647
		12/04/2018		13.553	1.647
		13/04/2018		11.906	1.647
		14/04/2018		10.258	1.647
	14	15/04/2018	6.790	15.401	1.647
		16/04/2018		13.753	1.647
		17/04/2018		12.106	1.647
		18/04/2018		10.458	1.647
14		19/04/2018	6.790	15.601	1.647
		20/04/2018		13.953	1.647
		21/04/2018		12.306	1.647
		22/04/2018		10.658	1.647
		23/04/2018		9.011	1.647
	15	24/04/2018	6.790	14.153	1.647
		25/04/2018		12.506	1.647
		26/04/2018		10.859	1.647
		27/04/2018		9.211	1.647
15		28/04/2018	6.790	14.354	1.647
		29/04/2018		12.706	1.647
		30/04/2018		11.059	1.647

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		30/04/2018		11.059	
		01/05/2018		9.370	1.689
	16	02/05/2018	6.790	14.471	1.689
		03/05/2018		12.782	1.689
		04/05/2018		11.093	1.689
		05/05/2018		9.404	1.689
16		06/05/2018	6.790	14.505	1.689
		07/05/2018		12.816	1.689
		08/05/2018		11.127	1.689
		09/05/2018		9.438	1.689
	17	10/05/2018	6.790	14.538	1.689
		11/05/2018		12.849	1.689
		12/05/2018		11.160	1.689
		13/05/2018		9.471	1.689
17		14/05/2018	6.790	14.572	1.689
		15/05/2018		12.883	1.689
		16/05/2018		11.194	1.689
		17/05/2018		9.505	1.689
	18	18/05/2018	6.790	14.606	1.689
		19/05/2018		12.917	1.689
		20/05/2018		11.228	1.689
		21/05/2018		9.539	1.689
18		22/05/2018	6.790	14.640	1.689
		23/05/2018		12.951	1.689
		24/05/2018		11.262	1.689
		25/05/2018		9.573	1.689
	19	26/05/2018	6.790	14.674	1.689
		27/05/2018		12.985	1.689
		28/05/2018		11.296	1.689
		29/05/2018		9.607	1.689
19		30/05/2018	6.790	14.708	1.689
		31/05/2018		13.019	1.689

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		31/05/2018		13.019	
		01/06/2018		11.286	1.734
		02/06/2018		9.552	1.734
	20	03/06/2018	6.790	14.608	1.734
		04/06/2018		12.875	1.734
		05/06/2018		11.141	1.734
		06/06/2018		9.408	1.734
20		07/06/2018	6.790	14.464	1.734
		08/06/2018		12.730	1.734
		09/06/2018		10.997	1.734
		10/06/2018		9.263	1.734
	21	11/06/2018	6.790	14.319	1.734
		12/06/2018		12.586	1.734
		13/06/2018		10.852	1.734
		14/06/2018		9.118	1.734
21		15/06/2018	6.790	14.175	1.734
		16/06/2018		12.441	1.734
		17/06/2018		10.708	1.734
		18/06/2018		8.974	1.734
	22	19/06/2018	6.790	14.030	1.734
		20/06/2018		12.297	1.734
		21/06/2018		10.563	1.734
		22/06/2018		8.829	1.734
22		23/06/2018	6.790	13.886	1.734
		24/06/2018		12.152	1.734
		25/06/2018		10.418	1.734
	23	26/06/2018	6.790	15.475	1.734
		27/06/2018		13.741	1.734
		28/06/2018		12.008	1.734
		29/06/2018		10.274	1.734
23		30/06/2018	6.790	15.330	1.734

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		30/06/2018		15.330	
		01/07/2018		13.699	1.631
		02/07/2018		12.068	1.631
		03/07/2018		10.436	1.631
	24	04/07/2018	6.790	15.595	1.631
		05/07/2018		13.964	1.631
		06/07/2018		12.333	1.631
		07/07/2018		10.701	1.631
		08/07/2018		9.070	1.631
24		09/07/2018	6.790	14.229	1.631
		10/07/2018		12.598	1.631
		11/07/2018		10.966	1.631
		12/07/2018		9.335	1.631
	25	13/07/2018	6.790	14.494	1.631
		14/07/2018		12.862	1.631
		15/07/2018		11.231	1.631
		16/07/2018		9.600	1.631
25		17/07/2018	6.790	14.759	1.631
		18/07/2018		13.127	1.631
		19/07/2018		11.496	1.631
		20/07/2018		9.865	1.631
	26	21/07/2018	6.790	15.023	1.631
		22/07/2018		13.392	1.631
		23/07/2018		11.761	1.631
		24/07/2018		10.130	1.631
26		25/07/2018	6.790	15.288	1.631
		26/07/2018		13.657	1.631
		27/07/2018		12.026	1.631
		28/07/2018		10.394	1.631
	27	29/07/2018	6.790	15.553	1.631
		30/07/2018		13.922	1.631
		31/07/2018		12.291	1.631



Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		31/07/2018		12.291	
		01/08/2018		10.507	1.784
27		02/08/2018	6.790	15.513	1.784
		03/08/2018		13.730	1.784
		04/08/2018		11.946	1.784
		05/08/2018		10.162	1.784
	28	06/08/2018	6.790	15.169	1.784
		07/08/2018		13.385	1.784
		08/08/2018		11.601	1.784
		09/08/2018		9.818	1.784
28		10/08/2018	6.790	14.824	1.784
		11/08/2018		13.040	1.784
		12/08/2018		11.257	1.784
		13/08/2018		9.473	1.784
	29	14/08/2018	6.790	14.479	1.784
		15/08/2018		12.696	1.784
		16/08/2018		10.912	1.784
		17/08/2018		9.128	1.784
29		18/08/2018	6.790	14.135	1.784
		19/08/2018		12.351	1.784
		20/08/2018		10.567	1.784
		21/08/2018		8.784	1.784
	30	22/08/2018	6.790	13.790	1.784
		23/08/2018		12.006	1.784
		24/08/2018		10.222	1.784
30		25/08/2018	6.790	15.229	1.784
		26/08/2018		13.445	1.784
		27/08/2018		11.661	1.784
		28/08/2018		9.878	1.784
	31	29/08/2018	6.790	14.884	1.784
		30/08/2018		13.100	1.784
		31/08/2018		11.317	1.784

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		31/08/2018		11.317	
		01/09/2018		9.567	1.750
31		02/09/2018	6.790	14.608	1.750
		03/09/2018		12.858	1.750
		04/09/2018		11.108	1.750
		05/09/2018		9.359	1.750
	32	06/09/2018	6.790	14.399	1.750
		07/09/2018		12.650	1.750
		08/09/2018		10.900	1.750
		09/09/2018		9.150	1.750
32		10/09/2018	6.790	14.191	1.750
		11/09/2018		12.441	1.750
		12/09/2018		10.692	1.750
	33	13/09/2018	6.790	15.732	1.750
		14/09/2018		13.983	1.750
		15/09/2018		12.233	1.750
		16/09/2018		10.483	1.750
33		17/09/2018	6.790	15.524	1.750
		18/09/2018		13.774	1.750
		19/09/2018		12.025	1.750
		20/09/2018		10.275	1.750
	34	21/09/2018	6.790	15.315	1.750
		22/09/2018		13.566	1.750
		23/09/2018		11.816	1.750
		24/09/2018		10.067	1.750
34		25/09/2018	6.790	15.107	1.750
		26/09/2018		13.357	1.750
		27/09/2018		11.608	1.750
		28/09/2018		9.858	1.750
	35	29/09/2018	6.790	14.899	1.750
		30/09/2018		13.149	1.750

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		30/09/2018		13.149	
		01/10/2018		11.471	1.678
		02/10/2018		9.793	1.678
35		03/10/2018	6.790	14.904	1.678
		04/10/2018		13.226	1.678
		05/10/2018		11.548	1.678
		06/10/2018		9.870	1.678
	36	07/10/2018	6.790	14.981	1.678
		08/10/2018		13.303	1.678
		09/10/2018		11.625	1.678
		10/10/2018		9.946	1.678
36		11/10/2018	6.790	15.058	1.678
		12/10/2018		13.380	1.678
		13/10/2018		11.702	1.678
		14/10/2018		10.023	1.678
	37	15/10/2018	6.790	15.135	1.678
		16/10/2018		13.457	1.678
		17/10/2018		11.779	1.678
		18/10/2018		10.100	1.678
37		19/10/2018	6.790	15.212	1.678
		20/10/2018		13.534	1.678
		21/10/2018		11.856	1.678
		22/10/2018		10.177	1.678
	38	23/10/2018	6.790	15.289	1.678
		24/10/2018		13.611	1.678
		25/10/2018		11.933	1.678
		26/10/2018		10.254	1.678
38		27/10/2018	6.790	15.366	1.678
		28/10/2018		13.688	1.678
		29/10/2018		12.010	1.678
		30/10/2018		10.331	1.678
	39	31/10/2018	6.790	15.443	1.678

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		31/10/2018		15.443	
		01/11/2018		13.713	1.730
		02/11/2018		11.984	1.730
		03/11/2018		10.254	1.730
39		04/11/2018	6.790	15.314	1.730
		05/11/2018		13.584	1.730
		06/11/2018		11.855	1.730
		07/11/2018		10.125	1.730
	40	08/11/2018	6.790	15.185	1.730
		09/11/2018		13.455	1.730
		10/11/2018		11.726	1.730
		11/11/2018		9.996	1.730
40		12/11/2018	6.790	15.056	1.730
		13/11/2018		13.326	1.730
		14/11/2018		11.597	1.730
		15/11/2018		9.867	1.730
	41	16/11/2018	6.790	14.927	1.730
		17/11/2018		13.197	1.730
		18/11/2018		11.468	1.730
		19/11/2018		9.738	1.730
41		20/11/2018	6.790	14.798	1.730
		21/11/2018		13.068	1.730
		22/11/2018		11.339	1.730
		23/11/2018		9.609	1.730
	42	24/11/2018	6.790	14.669	1.730
		25/11/2018		12.939	1.730
		26/11/2018		11.210	1.730
		27/11/2018		9.480	1.730
42		28/11/2018	6.790	14.540	1.730
		29/11/2018		12.810	1.730
		30/11/2018		11.081	1.730

Frekuensi		Tanggal	Avtur Masuk (ton)	Penyimpanan (ton)	Avtur Keluar (ton)
Kapal 17	Kapal 17				
		30/11/2018		11.081	
		01/12/2018		9.275	1.806
	43	02/12/2018	6.790	14.259	1.806
		03/12/2018		12.454	1.806
		04/12/2018		10.648	1.806
43		05/12/2018	6.790	15.632	1.806
		06/12/2018		13.826	1.806
		07/12/2018		12.021	1.806
		08/12/2018		10.215	1.806
	44	09/12/2018	6.790	15.199	1.806
		10/12/2018		13.394	1.806
		11/12/2018		11.588	1.806
		12/12/2018		9.782	1.806
44		13/12/2018	6.790	14.766	1.806
		14/12/2018		12.961	1.806
		15/12/2018		11.155	1.806
		16/12/2018		9.349	1.806
	45	17/12/2018	6.790	14.334	1.806
		18/12/2018		12.528	1.806
		19/12/2018		10.722	1.806
		20/12/2018		8.916	1.806
45		21/12/2018	6.790	13.901	1.806
		22/12/2018		12.095	1.806
		23/12/2018		10.289	1.806
		24/12/2018		8.484	1.806
	46	25/12/2018	6.790	13.468	1.806
		26/12/2018		11.662	1.806
		27/12/2018		9.856	1.806
		28/12/2018		8.051	1.806
		29/12/2018		6.245	1.806
		30/12/2018		4.439	1.806
		31/12/2018		2.633	1.806

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Lamongan, 01 Mei 1994. Merupakan anak bungsu dari empat bersaudara dari pasangan Kayat dan Marsi. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari, TK AL-WARDAH VIII Kebalan Dono (1999-2001), MI MA'ARIF Kebalan Dono (2001-2007), MTsN Model Babat (2007-2010), SMAN 1 Babat (2010-2013) dan pada tahun 2013, penulis diterima melalui jalur SNMPTN Bidikmisi di Departemen Teknik Transportasi Laut Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis pernah aktif pada organisasi yang ada di kampus, antara lain sebagai staff UKM ITS Badminton Community tahun ajaran 2014-2015. Untuk tahun-tahun selanjutnya penulis aktif sebagai panitia dalam Turnamen Badminton ITS OPEN Se – Indonesia pada tahun 2014 dan 2016. Di tahun keempat perkuliahan penulis mengikuti kegiatan Ekspedisi Nusantara Jaya 2017 yang diadakan oleh Kemenko Bidang Kemaritiman..

Email: *aziz.misbahul01@gmail.com*